VISIT…

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР

Экз. №

ЗЕНИТНЫЙ ПУШЕЧНО-РАКЕТНЫЙ КОМПЛЕКС „ТУНГУСКА”

1647

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР
ВОЙСКА ПВО СУХОПУТНЫХ ВОЙСК

Экз. №

ЗЕНИТНЫЙ ПУШЕЧНО-РАКЕТНЫЙ КОМПЛЕКС „ТУНГУСКА"

Утвержден главнокомандующим Сухопутными войсками в качестве учебника для войск ПВО Сухопутных войск

МОСКВА
ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1991

Авторский коллектив:

В. М. Фирсов, М. А. Моргунов, В. Г. Жовнер, В. Г. Валентинов, В. Ф. Новокшонов, А. В. Бедуля, В. П. Попов, А. П. Полтавец, В. Н. Пищенко, И. Н. Бабич.

Под редакцией генерал-лейтенанта Б. К. Ждановича.

Учебник подготовлен кандидатом технических наук, доцентом В. Г. Валентиновым.

В учебнике изложены устройство боевых средств ЗПРК 2К22, принципы их функционирования при боевой работе, вопросы боевого применения, стрельбы и управления огнем зенитной ракетно-артиллерийской батареи.

Учебник написан на основе действующих уставов, наставлений и технической документации на ЗПРК 2К22, а также материалов ряда научно-исследовательских и военно-научных работ, войсковых учений и полигонных испытаний. Отдельные положения, изложенные в учебнике, не могут считаться неизменными и должны уточняться по результатам доработок и полигонных испытаний.

Редактор *И. И. Богдан*

ВВЕДЕНИЕ

Тенденция развития средств воздушного нападения вероятного противника и возможный характер их боевых действий показывают, что при преодолении противовоздушной обороны войск тактическая и армейская авиация, как правило, действует на малых и предельно малых высотах. С целью повышения вероятности подавления противовоздушной обороны авиация будет действовать в плотных боевых порядках на узких участках нескольких направлений. Наиболее характерным построением налета в этом случае является действие малых групп самолетов с небольшим временным интервалом между ними.

Значительную часть армейской авиации вероятного противника составляют вертолеты, роль и удельный вес которых возрастают. Характерным для боевого применения вертолетов огневой поддержки являются внезапность их появления на дальности, определяемой досягаемостью ПТУР, и кратковременность пребывания в зоне огня средств ПВО.

В связи с этим основными факторами, обусловливающими надежное прикрытие войск, являются не меньшая, чем у ПТУР, дальность действия и малое работное время средств ПВО. Именно такие боевые возможности имеет первый в мировой практике зенитный комплекс с комбинированным вооружением 2К22, поступающий в войска и учебные заведения. Зенитный пушечно-ракетный комплекс выполнен на новой элементной базе с использованием последних достижений науки и техники, новых принципов построения.

Решить задачу освоения комплекса офицерами войск, слушателями и курсантами военных академий и училищ в условиях ограниченного лимита времени поможет предлагаемый учебник. В нем приводится подробное описание боевых средств ЗПРК 2К22, принципов их действия, конструкции, функциональных связей и боевого применения.

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АВК — аппаратура выделения координат
АЗП — автоматическая зенитная пушка
АМИ — амплитудно-модулированный импульс
АО — артиллерийский отсек

АОС — анализатор ответных сигналов
АПЧ — автоматическая подстройка частоты
АРУ — автоматическая регулировка усиления
БА — блок автоматики
БВК — блок выделения координат
БКП — батарейный командирский пункт
БЦ — ближняя цель
ВАРУ — временная автоматическая регулировка усиления
ВИП — внешний источник питания
ВКУ— вращающееся контактное устройство
ВН — вертикальное наведение
ВТ — вращающийся трансформатор
ВТС — внутренняя телефонная связь
ВУ — визирное устройство
ВЧ — вращающаяся часть
ГККУ — гирокурсокреноуказатель
ГМТ — гидромеханическая трансмиссия
ГН — горизонтальное наведение
ГО — гарантированное опознавание
ГОН — генератор опорных напряжений
ГП — гидропривод
ГПЧ — генератор промежуточной частоты
ГТД — газотурбинный двигатель
ДВК — датчик вал — код
ДВС — двигатель внутреннего сгорания
ДЗУ — долговременное запоминающее устройство
ДЗУС — долговременное запоминающее устройство со сменной информацией
ДК — датчик команд
ДНА — диаграмма направленности антенны
ДОГ — детектор огибающей
ДУД — датчик угла двухканальный
ДЦР — децентрализованное целераспределение
ЕТО — ежедневное техническое обслуживание
ЗА — зенитные автоматы
ЗИП — запасные части, инструмент и принадлежности
ЗПРК — зенитный пушечно-ракетный комплекс
ЗСУ — зенитная самоходная установка
ЗУР — зенитная управляемая ракета
ИД — индикатор дальности
ИКО — индикатор кругового обзора
ИП — интегрирующий привод
КАРУ — ключевая автоматическая регулировка усиления
КП — командный пункт
КУА — канал угловой автоматики
КЧ — качающаяся часть
ЛБВ — лампа бегущей волны
МА — метеоавтономный
МС — метеосредний

НДЦ — неконтактный датчик цели
НИП — несинхронные импульсные помехи
НЛЦ — низколетящая цель
НПС — непосредственная подготовка стрельбы
ОВУ — отопительно-вентиляционная установка
ОЗУ — оперативное запоминающее устройство
ОО — общее опознавание
ООС — отрицательная обратная связь
ОП — оптический прицел
ОТ — осколочно-трассирующий
ОФЗ — осколочно-фугасный зажигательный
ПАН — полуавтоматическое наведение
ПБЗ — противобактериальная защита
ПБЛ — подавление боковых лепестков
ПВО — противовоздушная оборона
ПК — пульт командира
ПН — пульт наводчика
ПОК — признак ответного кода
ПОО — прицельно-оптическое оборудование
ПП — пульт пуска
ППО — противопожарное оборудование
ПРР — противорадиолокационные ракеты
ПС — полустроб
ПТУР — противотанковые управляемые ракеты
ПУИ — пульт управления и индикации
ПХЗ — противохимическая защита
ПЦР — параллельное целераспределение
ПЯЗ — противоядерная защита
РЛП — радиолокационный пост
РЛС — радиолокационная система
РПК — радиоприборный комплекс
РСН — равносигнальное направление
РУ — размножитель углов
РУК — разведывательный ударный комплекс
РЭБ — радиоэлектронная борьба
СВПС — система вращения, подъема и складывания
СВЧ — сверхвысокая частота
СДЦ — селекция движущихся целей
СИУК — система измерения углов качки
СКТ — синусно-косинусный трансформатор
СНСОП — система наведения и стабилизации оптического прицела
СО — сигнал ошибки
СОЦ — станция обнаружения и целеуказания
СРО — самолетный радиолокационный ответчик
СРПК — система регулирования положения корпуса
ССП — силовой следящий привод
ССЦ — станция сопровождения целей
СЦР — смешанное целераспределение

СЭП — система электропитания
ТГ — тахогенератор
ТЗМ — транспортно-заряжающая машина
ТО — техническое обслуживание
ТРУ — тренировочное устройство
УБКП — унифицированный батарейный командирский пункт
УВВ — устройство ввода-вывода
УВЧ — усилитель высокой частоты
УДС — устройство дифференцирования и сглаживания
УН — управляющее напряжение
УОП — угловая ответная помеха
УС — узкий строб
УСК — устройство съема координат
УТС — учебно-тренировочные средства
УУС — ультра-узкий строб
ФВУ — фильтровентиляционная установка
ФЧУ — фазочувствительный усилитель
ЦВМ — цифровая вычислительная машина
ЦВС — цифровая вычислительная система
ЦПСС — цифровая приборная следящая система
ЦУ — целеуказание
ЦЦР — централизованное целераспределение
ЧПВ — чересперiодное вычитание
ЧПК — чересперiодная компенсация
ЭЛТ — электронно-лучевая трубка
ЭПР — эффективная площадь рассеивания
ЯСС — «Я свой самолет»

Глава 1

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И БОЕВЫЕ СВОЙСТВА КОМПЛЕКСА

1.1. НАЗНАЧЕНИЕ, СОСТАВ И БОЕВЫЕ СВОЙСТВА КОМПЛЕКСА

Зенитный пушечно-ракетный комплекс «Тунгуска» (2К22) предназначен для прикрытия войск и объектов от воздушного противника на малых и средних высотах, а также для стрельбы по наземным и надводным целям. Является средством ПВО мсп (тп). Комплекс обеспечивает стрельбу с места, коротких остановок и в движении, может вести стрельбу зенитными автоматами в любое время года и суток, ракетами — в условиях визуальной видимости.

Комплекс 2К22 состоит из боевых средств, средств технического обслуживания и учебно-тренировочных средств.

Боевые средства ЗПРК 2К22 включают в себя батарею зенитных самоходных установок ЗСУ 2С6, состоящую из шести боевых машин.

Зенитная самоходная установка 2С6 предназначена для поражения самолетов, вертолетов, в том числе зависших, и других воздушных целей, летящих со скоростями до 500 м/с, на высотах до 3000 м и дальностях до 4000 м зенитными автоматами и на высотах до 3500 м и дальностях до 8000 м — ракетами. Зенитная самоходная установка 2С6 может также использоваться для поражения подвижных и неподвижных наземных и надводных целей.

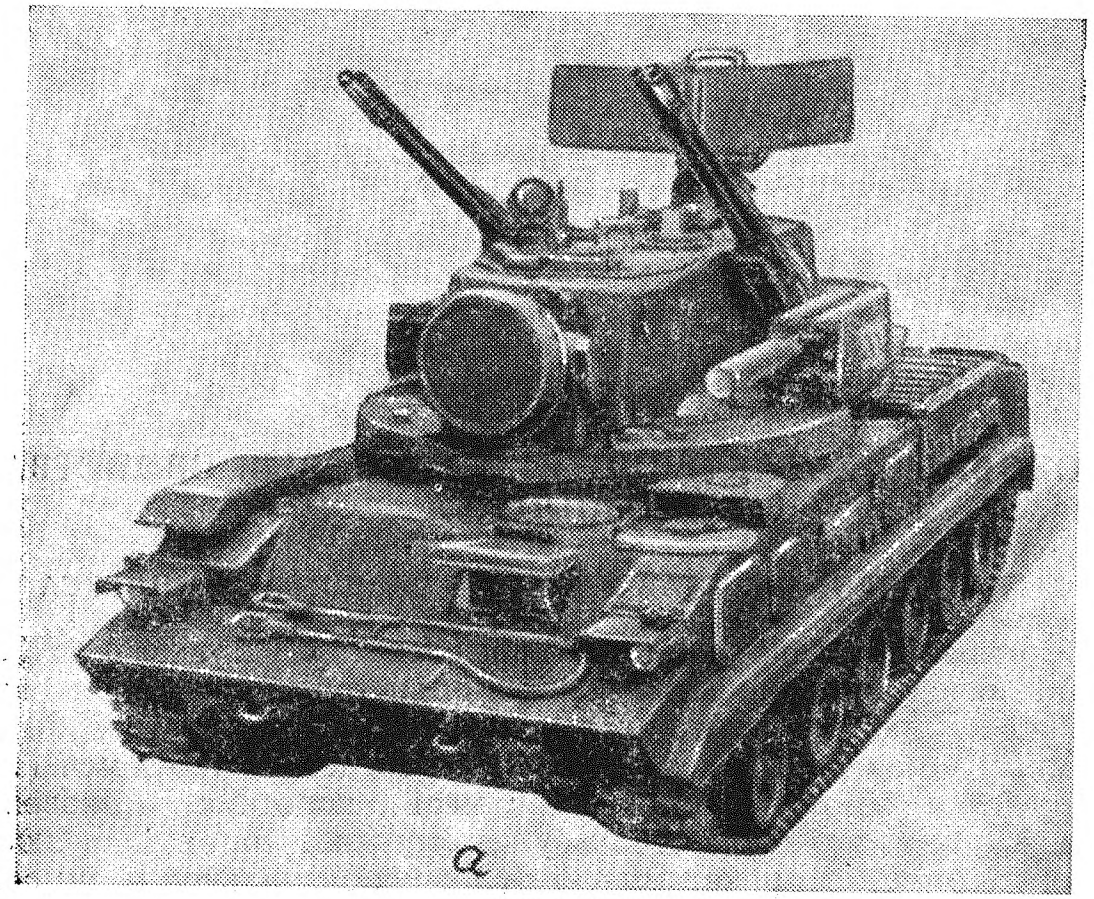
Общий вид ЗСУ в боевом и походном положениях показан на рис. 1.1.

В состав **средств технического обслуживания** входят:

машина ремонта и технического обслуживания 1Р10 и машина технического обслуживания 2В110, предназначенные для проведения технических обслуживаний ТО-1, ТО-2 и восстановления работоспособности ЗСУ 2С6;

машина ремонта и технического обслуживания 2Ф55, обеспечивающая перевозку и хранение группового комплекта ЗИП и некоторых составных частей одиночного комплекта ЗИП ЗСУ 2С6;

транспортно-заряжающая машина 2Ф77 (в количестве одна ТЗМ на ЗСУ), предназначенная для транспортировки 1,5 боекомплекта выстрелов в коробках и одного боекомплекта ракет. ТЗМ обеспечивает самозагрузку с грунта или транспортных средств;



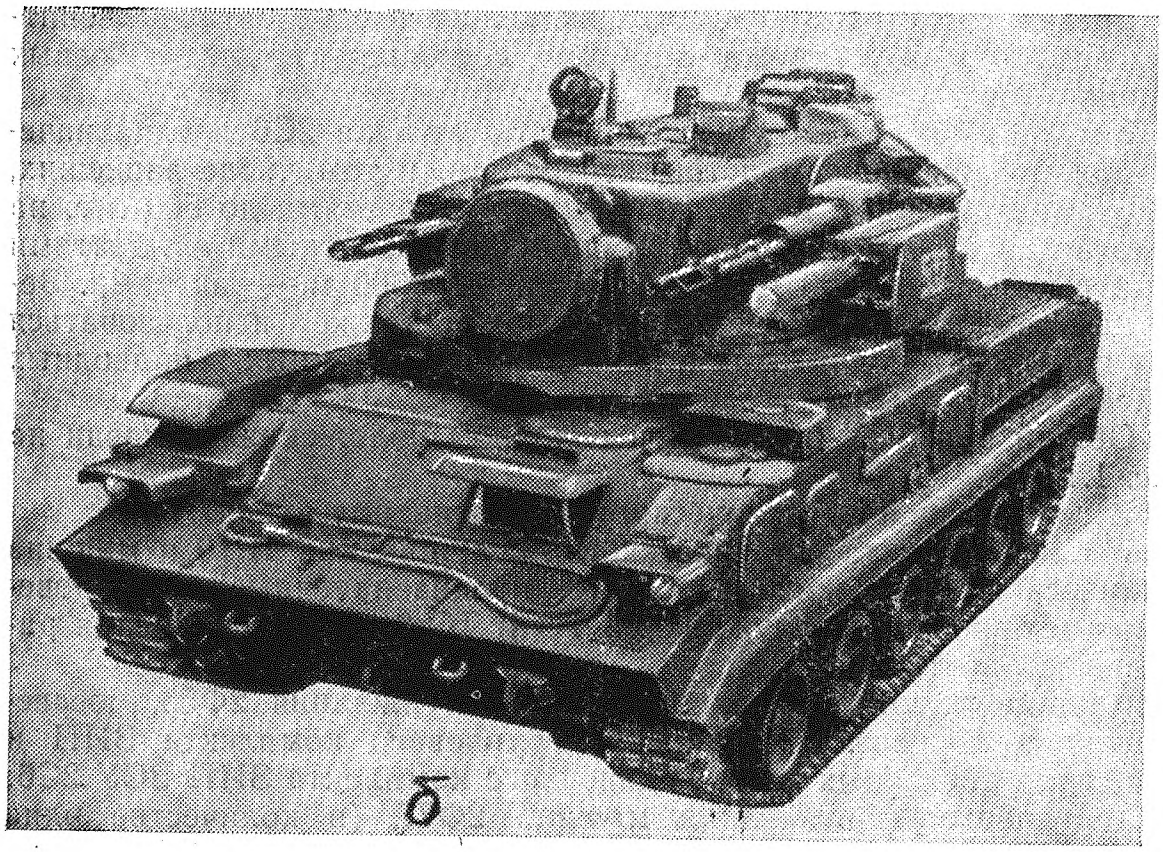


Рис. 1.1. Общий вид ЗСУ:
а — в боевом положении; *б* — в походном положении

дизельная электростанция ЭСД2-12, предназначенная для использования в качестве внешнего источника электропитания ЗСУ 2С6 при проведении технического обслуживания.

Учебно-тренировочные средства включают:

тренировочное устройство 1РЛ912, предназначенное для обучения и тренировки командира и оператора;

тренажер 9Ф810, используемый для обучения и тренировки наводчика ЗСУ;

учебную ракету 9М311 УД с действующей бортовой аппаратурой в контейнере, предназначенную для обеспечения тренировки наводчика приемам боевой работы;

габаритно-массовый макет ракеты 9М311 ГВМ в контейнере, предназначенный для отработки экипажами навыков в обращении с ракетами и выполнения нормативов по заряжению (разряжению) ракетами ЗСУ 2С6;

учебно-разрезную ракету 9М311 УР, предназначенную для изучения устройства боевой ракеты;

комплект электрифицированных стендов для изучения комплекса 2К22.

Основные тактико-технические характеристики ЗСУ 2С6:

1. Параметры зоны поражения воздушных целей:	
для пушечного вооружения:	
по высоте	— от 0 до 3000 м;
по дальности	— от 200 до 4000 м;
по курсовому параметру	— до 2000 м;
для ракетного вооружения:	
по высоте	— от 0 до 3500 м;
по дальности	— от 2500 до 8000 м;
по курсовому параметру	— до 4000 м.
Дальность поражения наземных целей	— до 2000 м.
2. Режимы стрельбы вооружения:	
зенитными автоматами	— с места, в движении, в любое время суток;
ракетами	— с места, с коротких остановок, при наличии оптической видимости цели.
3. Характеристики вооружения:	
зенитных автоматов:	
калибр	— 30 мм;
начальная скорость снаряда	— 960 м/с;
темп стрельбы из двух ЗА	— 4000—5000 выстрелов в минуту;
боекомплект	— 1936 выстрелов;
ракет:	
калибр	— 152/76 мм;

масса боевой части — 9 кг;
радиус эффективного поражения боевой части — 5 м;
средняя скорость — 600 м/с;
система наведения — полуавтоматическая радиокомандная с оптической линией связи;
боекомплект — 8 шт.;
ограничение углов обстрела цели ракетами по условиям солнечной засветки от направления на солнце — не более ±10—15 град.

4. Параметры зоны обнаружения и опознавания СОЦ:
по азимуту — неограниченно;
по углу места — 18—20 град;
по дальности:
в амплитудном режиме — до 18 000 м;
в режиме СДЦ — до 16 000 м.

Параметры зоны сопровождения ССЦ:
по азимуту — ±90 град относительно башни (при вращении вместе с башней — неограниченно);
по углу места — от —15 до +87 град (относительно башни);
по дальности:
в амплитудном режиме — до 15 000 м;
в режиме СДЦ — до 13 000 м.

5. Пределы измерения углов качек ЗСУ:
галопирования — ±35 град;
потаптывания — ±35 град;
курса — неограниченно (в диапазоне географических широт ±70 град).

6. Время реакции ЗСУ — 8 — 10 с.

7. Время перевода ЗСУ из походного положения в боевое — не более 5 мин.

8. Время загрузки полным боекомплектом с помощью ТЗМ 2Ф77 — не более 16 мин.

9. Ходовые характеристики:
максимальная скорость движения:
по шоссе — 60—65 км/ч;
по грунтовой дороге — 35—40 км/ч;
по бездорожью — 10—15 км/ч;

запас хода по топливу и маслу по шоссе с учетом работы ГТД в течение 2 ч — не менее 500 км;

преодолеваемые препятствия:

подъемы и спуски крутизной —35 град;

боковой крен — 25 град;

рвы шириной — 2 м;

броды (без специального оборудования) глубиной — 1 м.

10. Эксплуатационные характеристики:

время непрерывной работы ЗСУ — не менее 24 ч, в том числе в движении не менее 8 ч;

время непрерывной работы ССП ВН и ССП ГН — не более 2 ч;

время перерыва после двух часов работы ССП ВН и ССП ГН — не менее 1 ч;

расход топлива на 100 км по шоссе — 170 л;

расход масла на 100 км по шоссе — 3,5 л;

максимальная мощность тягового двигателя — 523 кВт (710 л. с.);

максимальная мощность ГТД —88,3 кВт (120 л. с.);

условия эксплуатации:

диапазон рабочих температур — ±50° С;

относительная влажность воздуха — не более 98% при температуре 35° С;

высота над уровнем моря — не более 3000 м.

11. Габаритно-массовые характеристики:

длина — 7880 мм;

ширина — 3400 мм;

высота в походном положении — 3356 мм;

высота в боевом положении — 4021 мм;

ширина установки по гусеницам — 3265 мм;

дорожный просвет (регулируемый):

номинальный — (450±40) мм;

минимальный — (180±25) мм;

максимальный — (580±25) мм;

масса — не более 34 т.

1.2. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЗЕНИТНОЙ САМОХОДНОЙ УСТАНОВКИ ЗСУ 2С6 «ТУНГУСКА»

Состав и размещение аппаратуры

В состав ЗСУ 2С6 входят:
гусеничное шасси ГМ-352;
башня 2А40;
радиолокационно-приборный комплекс 1А27;
оптический прицел с системой наведения и стабилизации 1А29;
шифратор;
система электропитания;
навигационная аппаратура;
аппаратура внешней и внутренней связи;
средства противоядерной, противохимической и противобактериальной защиты;
система вентиляции и обеспечения микроклимата;
противопожарное оборудование;
средства наблюдения.

Гусеничное шасси ГМ-352 является самоходной базой ЗСУ и предназначено для размещения узлов, агрегатов и систем установки.

Башня 2А40 предназначена для размещения и защиты расчета, аппаратуры, вооружения, артиллерийского и ракетного боекомплекта.

Радиолокационно-приборный комплекс 1А27 служит для управления огнем ЗА и пуском ракет, решения задач обнаружения, сопровождения и опознавания целей. В состав РПК 1А27 входят:

радиолокационная система 1РЛ144, состоящая из радиолокационной станции обнаружения и целеуказания, радиолокационной станции сопровождения целей и наземного радиолокационного запросчика 1РЛ138. РЛС предназначена для поиска, обнаружения, опознавания и сопровождения воздушных целей, выдачи текущих координат цели (дальности, угла места, азимута) в цифровую вычислительную систему, передачи команд управления на ракету;

цифровая вычислительная система 1А26, предназначенная для решения задач управления и стабилизации вооружения, оптических и локационных средств при боевой работе и для проверки правильности функционирования систем ЗСУ при контроле;

система измерения углов качки 1Г30, предназначенная для измерения углов крена и курса ЗСУ с последующей передачей их значений в ЦВС, а угла курса и в навигационную аппаратуру.

Оптический прицел с системой наведения и стабилизации 1А29 предназначен для поиска, обнаружения, сопровождения воздушных и наземных целей и определения угла рассогласования между продольной осью ракеты и линией визирования на цель.

Шифратор обеспечивает преобразование команд управления ракетой в импульсы кодовых групп.

Система электропитания предназначена для выработки напряжений постоянного тока ±27 В и переменного тока 220 В частотой 400 Гц.

Навигационная аппаратура служит для непрерывного автоматического определения координат и дирекционного **угла продольной оси** ЗСУ.

Аппаратура внешней и внутренней связи состоит из радиостанции Р-123М и аппаратуры ВТС 1В116. Она предназначена для обеспечения расчета ЗСУ внутренней телефонной и внешней радио- и проводной связью.

Средства противоядерной, противохимической и противобактериальной защиты обеспечивают боевую работу ЗСУ при преодолении участков местности, зараженных отравляющими веществами, радиоактивными веществами и бактериальными средствами, а также повышают устойчивость ЗСУ к поражающим факторам ядерного взрыва. В состав средств защиты входят:

прибор радиационной и химической разведки ГО-27;

система ЗЭЦ 11-2, выдающая команды на срабатывание исполнительных механизмов средств защиты расчета от воздействия оружия массового поражения и средств защиты от пожара внутри ЗСУ;

система коллективной защиты, включающая ФВУ и средства герметизации;

средства индивидуальной защиты;

средства специальной обработки.

Система вентиляции и обеспечения микроклимата предназначена для создания необходимого теплового режима работы радиоэлектронной аппаратуры и микроклимата в отделениях управления, башни и гусеничного шасси. Она состоит из системы охлаждения аппаратуры и кондиционера 1К28.

Противопожарное оборудование предназначено для тушения пожара, возникшего в ЗСУ. Оно включает в себя десять термодатчиков ТД-1, три однолитровых баллона с гасящим составом, трубопроводы с распылителями и два ручных углекислотных огнетушителя ОУ-2.

Средства наблюдения обеспечивают обзор окружающей обстановки. Для командира ЗСУ предусмотрены один комбинированный прибор дневного и ночного видения ТКН-3 с осветителем ОУ-3ГА и два перископических электрообогревных дневных прибора наблюдения ТНПО-170А. Наблюдение за местностью с места механика-водителя осуществляется днем с помощью прибора ТНПО-168В или через электрообогревное стекло, в ночное время с помощью прибора ночного видения ТВНЕ-4Б.

Зенитная самоходная установка представляет собой легкобронированную машину с вращающейся башней. Бронированный корпус защищает расчет и аппаратуру от поражения пулями калибра 7,62 мм.

Размещение составных частей ЗСУ показано на рис. 1.2.

С внешней стороны по бокам корпуса башни расположены зенитные автоматы 2А38 и направляющие для пуска ракет. Зенитные автоматы установлены на люльках и закрыты бронированными кожухами. Направляющие защищены бронированными ограждениями. В передней части башни между ЗА установлена антенная колонка ССЦ, а в кормовой части башни — антенная колонка СОЦ.

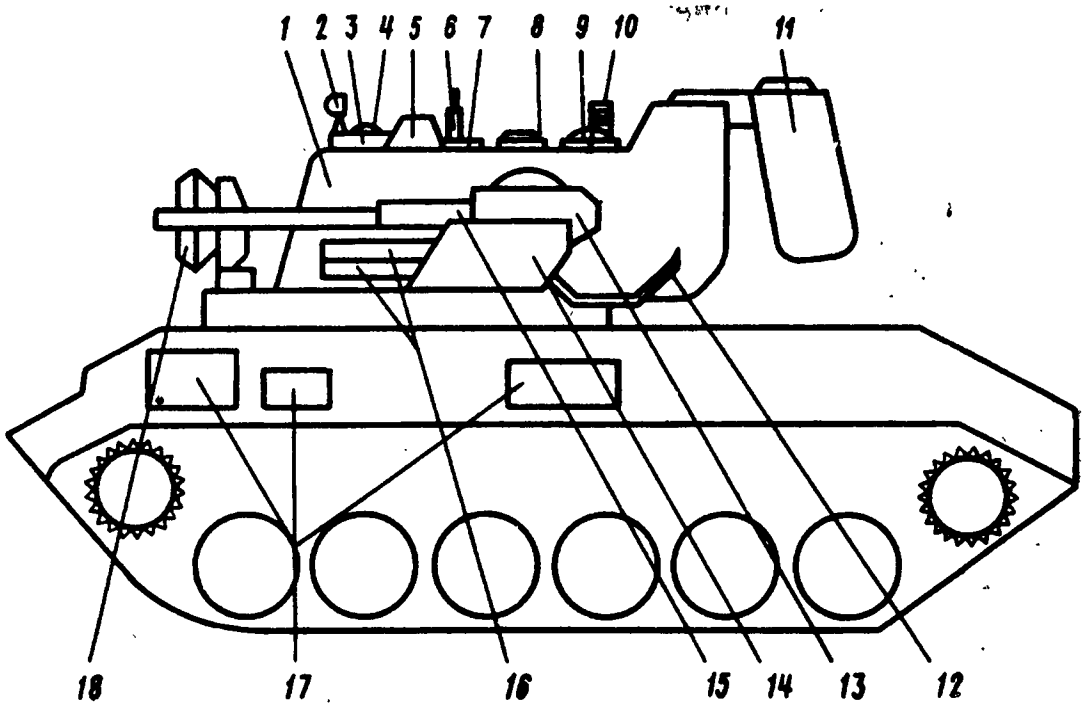


Рис. 1.2. Размещение составных частей ЗСУ:

1 — башня 2А40; *2* — осветитель ОУ-3ГА; *3* — рубка; *4* — крышка люка командира; *5* — колпак оптического визира; *6* — антенна радиостанции Р-123М; *7* — крышка люка наводчика; *8* — крышка артотсека; *9* — колпак воздухозаборника кондиционера; *10* — эквивалент СОЦ; *11* — антенна СОЦ; *12* — защитное устройство; *13* — качающаяся часть; *14* — бронированный кожух; *15* — зенитный автомат; *16* — ракеты 9М311 на направляющих; *17* — крышки люков; *18* — антенна ССЦ

Гусеничное шасси делится на отделение управления, моторно-трансмиссионное отделение и отделение под установку башни.

Схема расположения оборудования гусеничного шасси показана на рис. 1.3.

В отделении управления размещены сиденье механика-водителя, рычаги и педали управления ГМ-352, передний и правый щитки приборов, блок управления подогревателем. В крыше над сиденьем механика-водителя имеются посадочный люк и шахта для установки смотровых приборов. В лобовом листе корпуса имеется смотровой люк, в котором установлено стекло с электрообогревом. Проем для установки стекла может быть использован для запасного выхода. В днище за сиденьем механика-водителя расположен люк аварийного выхода. В задней перегородке имеется люк сообщения с отделением управления башни.

В моторно-трансмиссионном отделении размещены тяговый двигатель, гидромеханическая трансмиссия ГМ1, система регули-

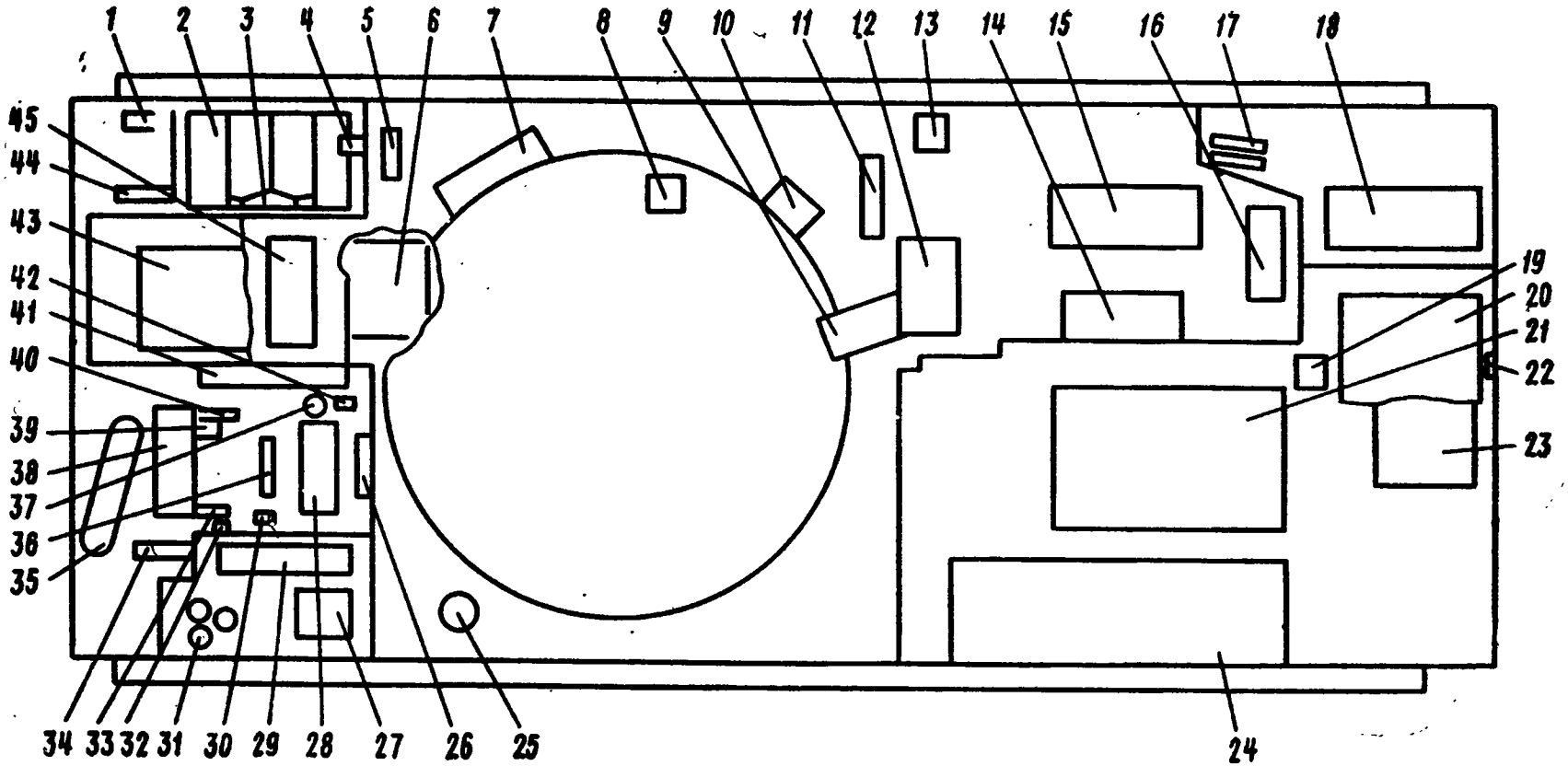


Рис. 1.3. Схема расположения оборудования гусеничного шасси:

1 — розетка внешнего запуска; *2* — батарея аккумуляторная; *3* — бачок системы стеклообмыва; *4* — вентилятор; *5* — блок добавочный; *6* — бак топливный; *7* — блок контакторов; *8* — места установки коробки распределительной СИУК; *9* — редуктор силовой; *10* — блок контактора переключений; *11* — регулятор напряжения; *12* — гидропанель ССП ГН; *13* — блок охлаждения ССП ГН; *14* — бак топливный; *15* — генератор СЭП; *16* — блок управления ГМТ; *17* — воздухоочиститель; *18* — ГТД; *19* — гидрообъемный механизм поворота; *20* — бак топливный; *21* — двигатель тяговый с системами; *22* — насос СРПК ручной; *23* — ГМТ; *24* — блок радиаторов; *25* — место установки ГККУ; *26* — комплект ТДП; *27* — ФВУ; *28* — сиденье; *29* — ОВУ; *30* — рычаг управления жалюзи; *31* — баллон ППО; *32* — курсоуказатель; *33* — рычаг управления тормозом; *34* — механизм натяжения гусениц; *35* — баллон; *36* — колонка рулевая; *37* — огнетушитель; *38* — щиток приборов передний; *39* — педаль управления топливным насосом двигателя; *40* — рычаг управления тормозом; *41* — щиток приборов правый; *42* — напоромер; *43* — бак топливный; *44* — блок преобразовательный; *45* — механизм натяжения гусениц

рования положения корпуса, топливные баки, гидрообъемный механизм поворота, блок радиаторов, редуктор отбора мощности.

По левому и правому борту гусеничного шасси имеются отсеки. По правому борту расположены четыре отсека. В первом отсеке размещены аккумуляторные батареи, бачок системы стеклообмыва, вентилятор для вытяжки газов и паров из отсека. Во втором отсеке расположены блок контактов, блок добавочный, блок контактора переключений и розетка внешнего запуска. В третьем отсеке размещены элементы системы электропитания (генератор СЭП, раздаточная коробка) и элементы силового следящего привода горизонтального наведения 2Э29ГН (гидропанель, блок охлаждения, силовой редуктор). В заднем отсеке расположен газотурбинный двигатель.

По левому борту в переднем отсеке размещены фильтровентиляционная установка, отопительная установка, три баллона ППО. В следующем отсеке расположен гирокурсокреноуказатель системы измерения углов качек 1Г30.

Башня 2А40 по расположению и назначению оборудования делится на отделение управления, артотсек и кормовой отсек.

Схема расположения оборудования башни показана на рис. 1.4.

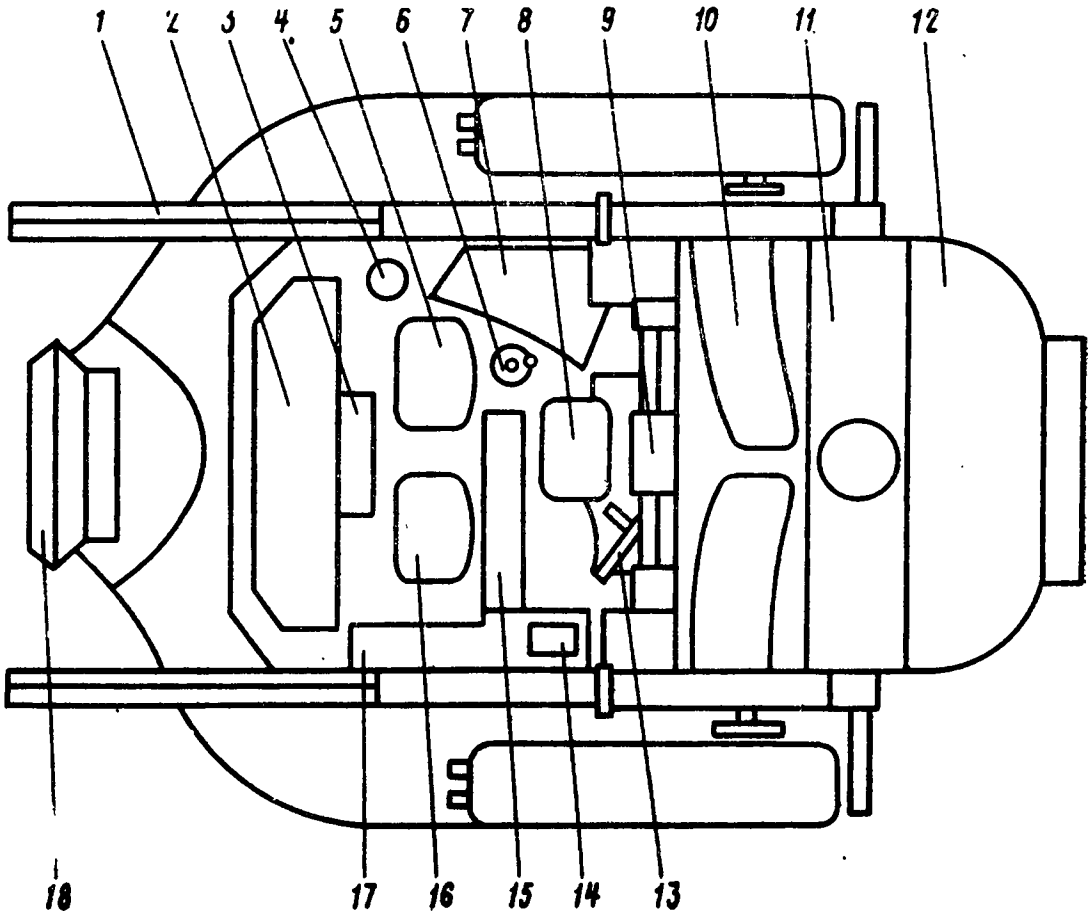


Рис. 1.4. Схема расположения оборудования башни:

1 — правый ЗА; *2* — шкаф № 1, ПУИ ЦВС, пульт командира; *3* — ИКО; *4* — блок ОЦ-2; *5* — сиденье командира ЗСУ; *6* — маховик ГН; *7* — шкаф № 3; *8* — сиденье наводчика; *9* — редуктор ВН; *10* — рукава; *11* — кондиционер; *12* — шкаф № 4; *13* — маховик ВН; *14* — пульт пуска; *15* — блок управления СНСОП; *16* — сиденье оператора; *17* — шкаф № 2; *18* — антенна ССЦ

Отделение управления находится в передней части башни. В нем размещаются аппаратура ЗСУ и рабочие места командира, оператора и наводчика. Отделение управления делится полом на верхнюю и нижнюю части. В верхней части установлены правое сиденье (командира), левое сиденье (оператора) и заднее сиденье (наводчика). Перед командиром и оператором размещены шкаф № 1 с блоками РЛС, пульт управления и индикации ЦВС, пульт командира.

Справа от командира размещены блок БВ2 аппаратуры внутренней связи, координатор навигационной аппаратуры, радиостанция Р-123М, шкаф № 3 с блоками РЛС. Над командиром установлена вращающаяся рубка с двумя смотровыми приборами ТНПО-170А и ТКН-3.

Слева от оператора размещаются шкаф № 2 с блоками РЛС, система охлаждения ССЦ.

Сзади командира и оператора установлено прицельно-оптическое оборудование. Под ПОО (перед наводчиком) размещаются пульт наводчика и маховик ГН. Справа от наводчика расположены элементы привода вертикального наведения 2Э29ВН, рукоятка стопора горизонтального наведения, воздухозаборное устройство, указатель поворота ГН и блоки прибора радиационной и химической разведки ГО-27. Слева от наводчика находятся пульт пуска, приставка принимающего прибора ВН и блок управления системой наведения и стабилизации оптического прицела. Под сиденьем наводчика сзади размещен шкаф, в котором установлены пульт управления СИУК, размножители углов курса, поперечной и продольной качки, блок управления ВН и блок управления ГН. Под сиденьем наводчика справа также расположена рукоятка переключения режимов редуктора ГН. Сзади наводчика расположены редуктор ВН, рукоятка переключения режимов ВН, ручки системы блокировки ЗА, рукоятки левого и правого стопоров ВН, маховик ВН. В задней перегородке имеется люк артотсека, закрываемый герметичными створками.

Под полом в нижней части отделения управления расположено оборудование, не требующее доступа экипажа при подготовке и во время боевой работы.

Справа в нижней части отделения управления установлены редуктор ГН, блок автоматики, блок питания радиостанции Р-123М, блок УДС-М, насосный агрегат, распределительная коробка ВН. Заднюю часть отсека занимают ЦВМ А-15 и блок выделения координат. В левой части отсека расположены устройство ввода-вывода ЦВС, блок цифровой приборной следящей системы, распределитель питания ЦВС, шифратор, воздухоохладитель, редуктор обкатки с принимающим прибором ГН. В центре нижней части расположено вращающееся контактное устройство.

За отделением управления расположен артотсек. В артотсеке по периметру основания для каждого автомата 2А38 размещаются по восемь коробов, в которые укладывается единая патронная лента. Для обеспечения загрузки и выгрузки коробов в отсеке

имеются механизм перемещения и направляющие загрузки. В артотсеке также установлены блоки поджига газов, уравновешивающие механизмы автоматов и подводящие рукава.

В кормовом отсеке установлены шкаф № 4 с блоками РЛС, система охлаждения СОЦ, конденсаторный агрегат кондиционера. В верхней части кормового отсека устанавливается антенная колонка СОЦ.

Взаимодействие элементов ЗСУ 2С6 по структурной схеме

В зависимости от внешних условий и состояния аппаратуры ЗСУ 2С6 может работать в пяти режимах:

первый режим «Все данные от РЛС»;

второй режим «Дальность от РЛС, угловые координаты от оптического прицела»;

третий режим «Инерционное сопровождение»;

четвертый режим «По установленной скорости цели, определяемой командиром визуально по типу выбранной для обстрела цели»;

пятый режим «Стрельба по дистанционной сетке».

Первый режим работы ЗСУ является основным при стрельбе ЗА. Рассмотрим работу ЗСУ по структурной схеме в этом режиме (рис. 1.5). Он включается при включении ЗСУ.

Станция обнаружения целей осуществляет непрерывный круговой обзор пространства с частотой вращения 1 об/с. ЦВС по сигналам датчика, расположенного на оси вращения антенны СОЦ, вырабатывает управляющие напряжения для формирования развертки ИКО. Кроме того, на ИКО высвечивается маркер целеуказания (при целеуказаниях) или визир антенны ССЦ (при автосопровождении цели). Визир указывает положение антенны ССЦ по азимуту.

Сигналы для формирования маркера целеуказания и визира антенны ССЦ вырабатываются ЦВС по сигналам соответствующих датчиков.

При попадании цели в зону обзора СОЦ на ИКО появляется отметка от цели. Командир ЗСУ производит опознавание государственной принадлежности цели наземным радиолокационным запросчиком, нажимая одну из четырех кнопок запроса в зависимости от сектора, в котором появилась цель.

При получении от НРЗ сигнала опознавания «Свой» на ИКО высвечивается метка опознавания цели (рис. 1.6, *а*).

После принятия решения на обстрел цели командир выдает целеуказание на ССЦ, используя кнюппельный механизм блока ОЦ-2. Этот режим целеуказания называется «Целеуказание от СОЦ» (ЦУ-0). Перемещая рукоятку кнюппельного механизма, командир совмещает отметку маркера с отметкой от цели. При этом антенна ССЦ наводится в направлении на цель по азимуту, а подвижный строб индикатора дальности ССЦ совмещается с отметкой от цели (рис. 1.6, *б*). Оператор наводит антенну ССЦ на цель по

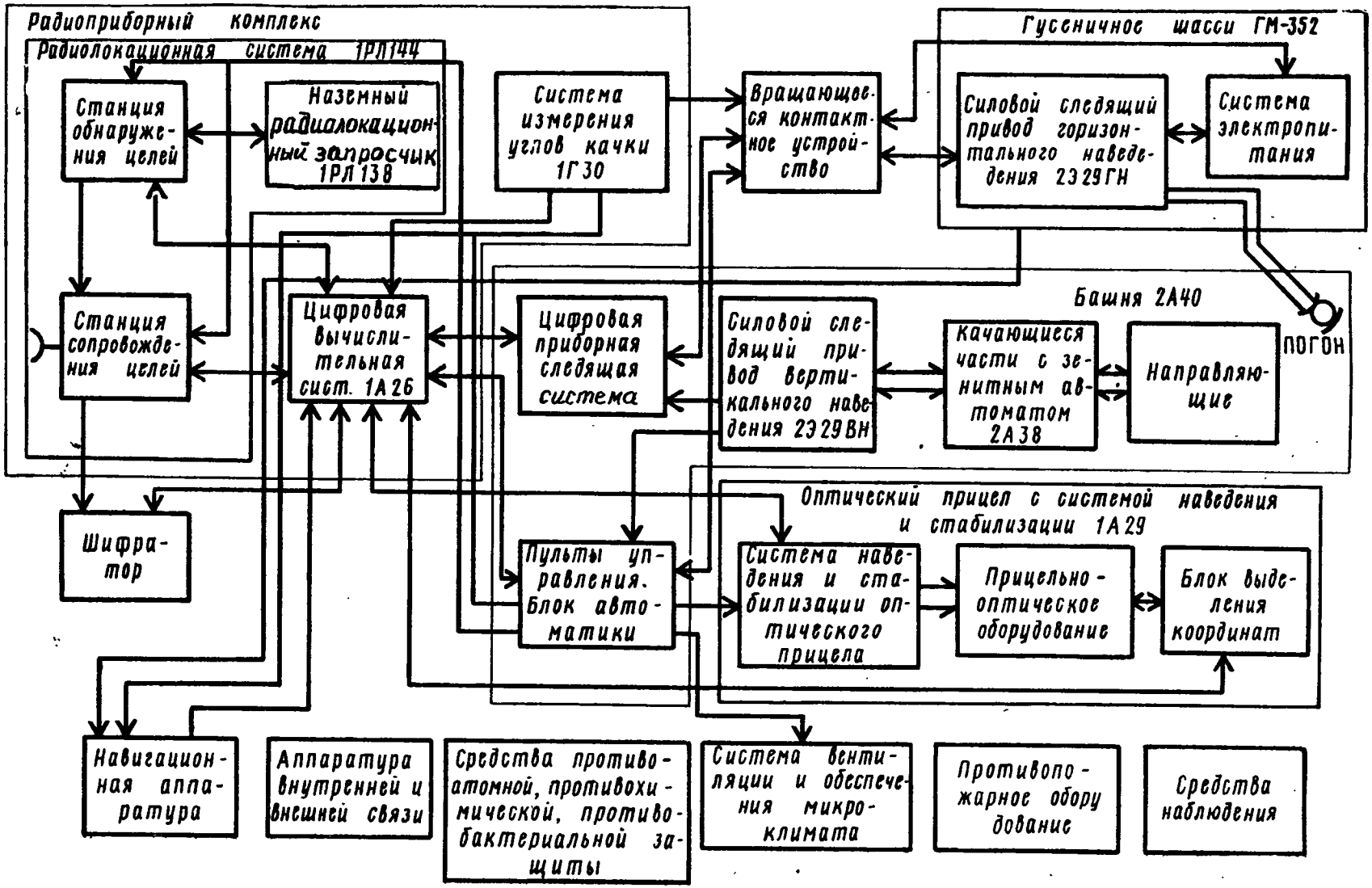


Рис. 1.5. Структурная схема ЗСУ

углу места, используя индикатор дальность — угол места — азимут (рис. 1.6, *в*). Далее он стробирует цель по дальности, после чего переводит ССЦ в режим автосопровождения цели.

В РПК 1А27 предусмотрен также режим внешнего целеуказания голосом (ЦУ-Г). В этом случае целеуказание принимается командиром ЗСУ по радиостанции. Данные целеуказания вводятся в ЦВС, которая вырабатывает сигналы управления антенной ССЦ и стробом дальности.

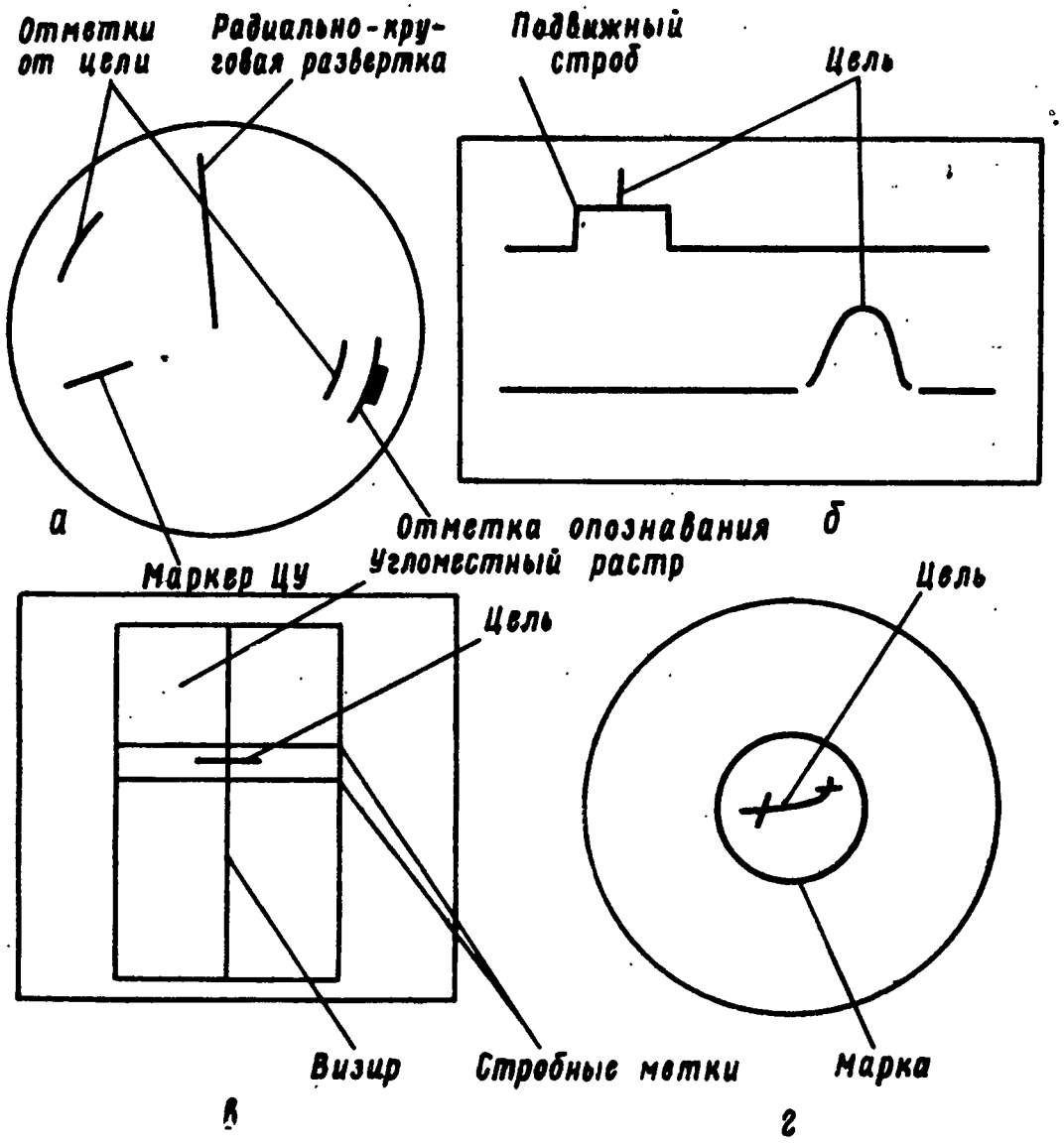


Рис. 1.6. Виды индикаторов РЛС и марки наводчика:
а — вид ИКО СОЦ; *б* — вид индикатора дальности ССЦ; *в* — вид индикатора дальность — угол места — азимут; *г* — марка наводчика

В случае если обнаружение цели при помощи СОЦ не возможно, то используется режим поиска цели ССЦ. При этом антенна ССЦ осуществляет сканирование по азимуту в секторе ±20 град относительно выбранного направления.

Для обеспечения работы ЗСУ в движении при наклонах корпуса установки до 10 град осуществляется стабилизация диаграммы

направленности СОЦ и антенны ССЦ. Положение диаграммы направленности СОЦ стабилизируется в угломестной плоскости. Стабилизация антенны ССЦ осуществляется по азимуту и углу места. Сигналы управления вырабатываются ЦВС по данным, снимаемым с датчиков антенны СОЦ, ССЦ и системы измерения углов качек.

После перехода ССЦ в режим автосопровождения в ЦВС 1А26 поступают текущие координаты цели — наклонная дальность $Д$, азимут β и угол места ε. Кроме текущих координат цели в ЦВС от системы измерения углов качек СИУК 1Г30 поступают значения углов крена и курса самохода. Значение угла курса самохода поступает также и в навигационную аппаратуру.

По назначенным координатам цели β, ε, $Д$ с учетом углов качки и курса, баллистики снаряда и метеоданных в ЦВС вырабатываются координаты упрежденной точки (точки встречи снаряда с целью).

В зависимости от помеховой обстановки вместо дальности, определяемой ССЦ в автоматическом режиме, в ЦВС могут быть выданы:

дальность от ССЦ ручная;

дальность от СОЦ.

На цифровых индикаторах пульта управления и индикации ЦВС отображаются параметр, скорость и высота полета цели. Кроме того, отображаются время до входа цели в зоны поражения зенитных автоматов и ракет и время нахождения цели в этих зонах.

Исходя из совокупности данных, которые отображаются на пульте управления и индикации ЦВС, командир производит выбор оружия, т. е. принимает решение на обстрел цели зенитными автоматами или ракетами. Если командир принял решение на обстрел цели зенитными автоматами, он нажимает кнопку-табло А на пульте командира. В этом случае координаты упрежденной точки из ЦВС подаются в цифровую приборную следящую систему ЦПСС. С выхода ЦПСС координаты упрежденной точки в виде управляющих напряжений выдаются на силовые следящие приводы 2Э29ВН и 2Э29ГН. Привод 2Э29ГН конструктивно размещен в гусеничном шасси, и вращающий момент на него передается от ГТД или маршевого двигателя ГМ.

При помощи привода горизонтального наведения осуществляется поворот башни, а при помощи привода вертикального наведения производится наведение качающихся частей с зенитными автоматами 2А38.

При стрельбе из зенитных автоматов имеется возможность автоматического управления длиной очереди. Длину очереди в зависимости от дальности до цели, ее скорости устанавливает в этом случае ЦВС 1А26.

В рассмотренном режиме работы, когда все данные о цели поступают в ЦВС от РЛС, оптический прицел отслеживает положение антенны ССЦ по азимуту и углу места.

Второй режим работы ЗСУ применяется при стрельбе ЗУР, а также при стрельбе ЗА в условиях, когда автосопровождение цели по угловым координатам затруднено. Командир ЗСУ после принятия решения на обстрел цели ракетами нажимает кнопку-табло Р. При этом происходит сцепление направляющей двух ракет с качающейся частью. Наводчик после попадания цели в поле зрения оптического прицела нажимает кнопку-табло ОП на пульте наводчика и осуществляет переход на оптическое сопровождение цели. Он при помощи кнюппельного механизма удерживает цель в центре марки (рис. 1.6, *г*). Антенна ССЦ в этом случае следит за положением оптического прицела.

Стабилизация оптической линии визирования в этом случае осуществляется СНСОП по сигналам ЦВС, на которую поступают данные из СИУК.

Угловые координаты цели β и ε поступают в ЦВС от оптического прицела, а дальность — от РЛС.

По этим данным ЦВС определяет положение цели относительно зоны поражения ЗСУ и выдает сигналы «Внимание» за 5 с до подлета цели к зоне пуска и «Зона ЗУР» при входе цели в зону пуска ракеты. В зависимости от помеховой обстановки вместо дальности, определяемой ССЦ в автоматическом режиме, в ЦВС могут быть выданы:

дальность от ССЦ ручная;

дальность от СОЦ.

Пуск ракеты осуществляется нажатием кнопки ПУСК на пульте командира или пульте наводчика. При этом электрический сигнал через систему блокировок поступает на ракету, которая после выхода на режим бортовой аппаратуры и поджига электровоспламенителя двигательной установки начинает движение по контейнеру. Если до поджига электровоспламенителя от НРЗ поступит сигнал «Свой», сход ракеты автоматически блокируется.

Дым, образующийся при работе двигательной установки ракеты, ухудшает оптическую видимость, что может привести к срыву сопровождения цели. Для предотвращения попадания дыма в поле зрения прицельно-оптического оборудования на начальном участке траектории ракета отклоняется в сторону от линии визирования и движется по программной траектории обхода дыма, которая формируется командами ЦВС. Через 2,6—3 с после пуска происходит отделение двигателя от ракеты.

Через 3,5 с после схода ракета выходит на линию визирования и попадает в поле зрения аппаратуры выделения координат. Оптическая ось АВК совмещена с оптической осью прицельно-оптического оборудования. По световому сигналу факела двигателя или трассера ракеты, который загорится после отделения двигателя, в АВК вырабатываются сигналы, пропорциональные угловым координатам ракеты относительно линии визирования. Эти сигналы поступают в ЦВС, где происходит сравнение сигналов АВК и координат цели и вырабатываются команды управления ракетой по курсу и высоте.

Команды управления поступают в шифратор, где преобразуются в импульсные кодовые посылки и передатчиком ССЦ через антенну ССЦ излучаются в направлении ракеты. На ракете управляющие команды преобразуются в механические перемещения рулей.

При приближении ракеты к цели на расстояние не более 2 км в ЦВС для ракеты вырабатывается сигнал «Взведение» для включения неконтактного датчика цели. При попадании ракеты в цель в результате удара срабатывает контактный взрыватель, вызывающий подрыв боевой части. При пролете ракеты около цели на расстоянии не более 5 м взрыватель срабатывает от сигнала НДЦ.

Если в процессе наведения ракеты от цели в НРЗ приходит сигнал «Свой», то ЦВС формирует команду для постановки взрывателя в положение предохранения, а сама ракета отворачивается от направления на цель.

По окончании наведения ракеты ЦВС вырабатывает сигнал «Сброс». По этому сигналу ЗСУ автоматически переводится в состояние готовности пуска следующей ракеты. В случае промаха по команде «Сброс» взрыватель ракеты переводится в положение предохранения, чтобы предотвратить подрыв ракеты при падении.

После пуска второй ракеты с направляющей происходит автоматический перезацеп направляющих. Выбор направляющей осуществляется программным коммутатором.

Управление работой ЗСУ ведется с пультов ПК, ПН, ПП, РЛС и ЦВС. Электрическая связь аппаратуры ЗСУ, расположенной в башне, с аппаратурой, размещенной в корпусе гусеничного шасси, осуществляется через вращающееся контактное устройство ВКУ.

Третий режим применяется при стрельбе ЗА по неманеврирующей цели в случае угрозы потери ее в процессе сопровождения в первом или во втором режиме. В третьем режиме упрежденные координаты цели вырабатываются в ЦВС по запомненным значениям текущих координат цели X, Y, H и составляющим скорости цели V_x, V_y, $V_н$ исходя из гипотезы равномерного и прямолинейного движения цели в любой плоскости. Инерционное сопровождение применяется только в том случае, если ему предшествовал не менее чем за 1 с первый или второй режим. Переход на инерционное сопровождение из первого режима производится автоматически или вручную, из второго режима — только вручную.

Четвертый режим используется при стрельбе ЗА в случае выхода из строя РЛС или в условиях помех, когда определение дальности РЛС невозможно. В этом режиме угловые координаты цели поступают в ЦВС от 1А29, а дальность вычисляется в ЦВС по скорости цели. Скорость определяет командир по типу цели или по опыту предыдущих стрельб и вводит ее в ЦВС.

Пятый режим применяется при стрельбе ЗА по малоскоростным воздушным целям, а также по наземным целям. В этом режиме наводчик вводит в поле зрения визирного устройства сетку с дистанционной шкалой и шкалой боковых поправок, нажимает кнопку-табло ПАН на пульте наводчика и, управляя кнюппелем,

устраняет видимое рассогласование линии визирования и цели с помощью приборов наведения. Для этого он совмещает вертикальную линию с точкой наводки, а горизонтальную риску сетки, соответствующую дальности до цели, с центром цели. При повороте кнюппеля датчик команд СНСОП вырабатывает сигналы, пропорциональные углу поворота кнюппеля по азимуту и углу места. Эти сигналы поступают в блоки управления ССП ГН и ССП ВН соответственно. Приводы осуществляют наведение башни и качающихся частей со скоростью, пропорциональной углам отклонения кнюппеля.

1.3. БОЕВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ЗЕНИТНОЙ РАКЕТНО-АРТИЛЛЕРИЙСКОЙ БАТАРЕИ

Организация и вооружение

Зенитная ракетно-артиллерийская батарея, вооруженная зенитным пушечно-ракетным комплексом «Тунгуска», является тактико-огневым подразделением и входит в состав зенитного дивизиона мотострелкового (танкового) полка.

Батарея во взаимодействии с другими подразделениями ПВО прикрывает подразделения полка от ударов воздушного противника в основном с предельно малых и малых высот во всех видах боевых действий, на марше, при перевозках железнодорожным (водным) транспортом и при расположении на месте.

Батарея организационно состоит из отделения управления, двух зенитных взводов и автомобильного отделения.

Отделение управления предназначено для управления боевыми действиями, обеспечения связи с командным пунктом дивизиона и подразделениями батареи, ведения визуальной разведки воздушного и наземного противника. Отделение управления размещается на подвижном пункте управления ПУ-12М, который используется в качестве батарейного командирского пункта.

Зенитный взвод — тактико-огневое подразделение. Он состоит из трех зенитных самоходных установок 2С6, может вести боевые действия и выполнять боевые задачи в составе батареи или самостоятельно.

Зенитная самоходная установка 2С6 является огневой единицей. Она способна самостоятельно вести разведку и опознавание воздушных целей, эффективный огонь по воздушному противнику на месте и в движении, используя как пушечное, так и ракетное вооружение. Установка в бою действует и выполняет задачи в составе взвода или самостоятельно.

Автомобильное отделение обеспечивает установки зенитными ракетами и боеприпасами. В состав отделения входят транспортно-заряжающие машины по числу установок в батарее.

Боевые возможности батареи

Боевые возможности — это совокупность основных показателей, количественно характеризующих способность батареи выполнять

задачи по уничтожению воздушных целей в заданных условиях боевого применения.

Они характеризуются разведывательными, огневыми и маневренными возможностями.

Разведывательные возможности батареи характеризуют способность средств разведки по обнаружению с заданной вероятностью летательных аппаратов в воздухе, их опознаванию, одновременному сопровождению и выдаче по ним целеуказания в различных условиях воздушной обстановки.

Станция обнаружения целей, входящая в состав ЗСУ 2С6, способна с вероятностью не менее 0,5 обнаруживать воздушные цели на высотах от 15 до 1500 м на дальности не менее 16,5 км, на высотах от 1500 до 3000 м на дальности не менее 18 км при работе на месте и не менее 16 км при работе в движении. Наземный радиолокационный запросчик, имеющийся в составе РПК ЗСУ 2С6, осуществляет опознавание воздушных целей в единой системе радиолокационного опознавания «Пароль» с дальностью, не менее дальности разведки.

Огневые возможности батареи характеризуются средним ожидаемым количеством уничтожаемых воздушных целей при отражении сосредоточенного удара авиации противника или при израсходовании установленного запаса зенитных ракет и боеприпасов.

Они зависят от вероятности поражения воздушной цели, параметров зоны поражения, количества одновременно обстреливаемых целей и цикла стрельбы.

Вероятность поражения одиночной цели в зависимости от условий может колебаться в значительных пределах. К числу факторов, влияющих на величину вероятности поражения цели, относятся:

типы целей, величина их эффективной площади рассеивания и летно-технические характеристики;

условия ведения стрельбы (в частности, степень противодействия воздушного противника);

надежность и помехозащищенность аппаратуры комплекса;

количество выпускаемых по цели ракет (боеприпасов).

Вероятность поражения одиночной цели n ракетами (за n стрельб пушечным вооружением) рассчитывается по формуле

$$R_n = 1 - (1 - K_{\text{пм}} R_1)^n,$$

где $K_{\text{пм}}$ — коэффициент учета противодействия противника за счет применения помех и маневра. Для производства расчетов в условиях помех средней интенсивности $K_{\text{пм}}$ составляет 0,6—0,7, в условиях помех сильной интенсивности — 0,3—0,5;

R_1 — вероятность поражения цели одной ракетой (за одну стрельбу пушечным вооружением);

n — количество стрельб, пусков ракет.

Вероятности поражения воздушных целей в зависимости от способа стрельбы и типа обстреливаемой цели приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Тип воздушной цели	Вероятность поражения		
	пушечным вооружением	ракетой	последовательным обстрелом ракетой и пушечным вооружением
Самолет	0,3—0,5	0,5—0,6	0,6—0,85
Вертолет	С места — 0,4, в движении — 0,3—0,5	0,4—0,5	

Размеры зоны поражения комплекса определяются минимальными и максимальными высотами (H_{min}, H_{max}) и дальностями (D_{min}, D_{max}) поражения воздушных целей с заданной вероятностью, а также курсовым параметром (p). Основные размеры зоны поражения комплекса показаны в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Параметр	Значение параметра (в м) при стрельбе	
	пушечным вооружением	ракетами
H_{min}	0	150
H_{max}	3000	3500
D_{min}	200	2500
D_{max}	4000	8000
P	2000	4000

Количество одновременно обстреливаемых целей определяется количеством целевых каналов. Целевым каналом в батарее является ЗСУ 2С6. Исходя из этого, батарея в состоянии одновременно обнаружить, опознать и обстрелять шесть воздушных целей.

Среднее ожидаемое количество уничтожаемых целей за налет определенной длительности или при израсходовании установленного запаса ракет (боеприпасов) может быть найдено по формуле

$$M = N_{цк} \min\left(\frac{T_н}{\tau_ц};\ \frac{c}{n}\right) R_п K_у K_п,$$

где $N_{цк}$ — число однотипных целевых каналов;

$T_н$ — продолжительность налета, мин;

$\tau_ц$ — цикл стрельбы комплекса, мин;

c — запас ракет (боеприпасов) целевого канала;

n — число ракет (боеприпасов), расходуемых за одну стрельбу. За одну стрельбу пушечным вооружением комплекса «Тунгуска» принято брать в расчет расход 240 снарядов;

$K_у$ — коэффициент эффективности управления, учитывающий совершенство системы управления огнем. При управле-

Таблица 1.3

Наименование средства	Время занятия позиции с подготовкой к стрельбе, мин	Время оставления позиции	Скорость движения по грунтовым дорогам, км/ч	Проходимость					Запас хода по топливу, км
				масса, т	глубина брода, м	Габаритные размеры, м			
						длина	ширина	высота	
ПУ-12М	11(23)	8(19) мин	40—50	10,5	1	7,22	2,825	3,350	500
ЗСУ			35—40	34	1	7,88	3,4	3,356	500
ТЗМ			До 50	13,1	1,4	7,78	2,72	3,342	500
Взвод	7	40—55 с	35—40		1				
Батарея	11(23)	8(19) мин	35—40		1				

Примечания: 1. Запас хода по топливу для ЗСУ 2С6 приведен с учетом 2 ч работы ГТД.
2. В скобках указано время с учетом прокладки (снятия) линии связи.

нии с ПУ-12М $K_у = 0{,}3—0{,}5$, при управлении с УБКП $K_у = 0{,}8—0{,}9$;

$K_п$ — коэффициент, учитывающий потери зенитных средств в результате противодействия противника. Для производства расчетов в условиях применения обычных средств поражения $K_п$ составляет 0,8—0,9, при применении ядерного и высокоточного оружия — 0,5—0,6.

Маневренные возможности батареи характеризуются способностью по переводу ее в боевой (походный) порядок, скоростью передвижения, временем переноса огня на новую цель, проходимостью, запасом хода, возможностью стрельбы в движении и с коротких остановок.

Основные характеристики маневренных возможностей батареи приведены в табл. 1.3.

Боевой и походный порядки батареи

Боевой порядок батареи

Успех боя с воздушным противником достигается постоянной боевой готовностью, быстрым развертыванием в боевой порядок и своевременным его перестроением в соответствии с характером действий прикрываемых войск, авиации противника и условиями местности.

Боевой порядок — размещение сил и средств батареи на местности или в колоннах прикрываемых войск для ведения боя на месте или в движении.

Боевой порядок в движении применяется для прикрытия общевойсковых подразделений при выдвижении на рубеж перехода в атаку и в ходе наступления, при преследовании в глубине обороны противника, при действиях в составе передового, рейдового или обходящего отряда, на марше, а также в других условиях боевой обстановки, когда установки действуют в боевых, предбоевых или походных порядках прикрываемых подразделений в готовности к стрельбе в движении или с коротких остановок.

Боевой порядок на месте применяется для прикрытия общевойсковых подразделений в обороне, при расположении их на месте, также для прикрытия неподвижных и малоподвижных объектов (переправ, позиций артиллерии, зенитных ракетных комплексов, командных пунктов и т. п.).

Боевой порядок батареи (взвода) во всех случаях должен соответствовать поставленной задаче и обеспечивать:

наиболее полное использование боевых возможностей вооружения и боевой техники;

надежное прикрытие общевойсковых подразделений, действующих на главном направлении;

непрерывное взаимодействие с прикрываемыми подразделениями и соседями;

быстрое совершение маневра (перемещения);
наилучшее использование выгодных условий местности;
наименьшую уязвимость от ударов всех видов оружия;
удобство управления;
исключение взаимных помех между соседними зенитными подразделениями (установками).

Для ведения боевых действий на месте батарея (взвод) занимает огневую позицию.

Огневой позицией называется участок местности, занятый или подготовленный к занятию установками для ведения огня.

Огневые позиции подразделяются на основные, запасные и ложные.

Основная огневая позиция предназначается для выполнения боевых задач и оборудуется в инженерном отношении при длительном расположении на местности (в обороне, исходном районе для наступления и районе сосредоточения).

Запасная огневая позиция предназначается для маневра после выполнения огневой задачи и выполнения боевых задач при преднамеренном или вынужденном оставлении основной огневой позиции. Батарее (взводу) назначаются одна-две запасные позиции.

Как основные, так и запасные огневые позиции установок должны отвечать следующим требованиям:

обеспечивать круговой обзор и обстрел воздушных целей при углах закрытия в ответственном секторе батареи (взвода, установки) не более 0-05;

наклон площадок для установок не должен превышать 4 град;

иметь видимые местные предметы для ориентирования установок на удалении не менее 1000 м;

в радиусе до 600 м не должны находиться источники теплового и радиоизлучения, линии электропередачи, которые могут создавать помехи радиолокационным средствам и средствам связи.

В зависимости от условий боевой обстановки и характера местности боевой порядок батареи может быть: в линию установок, в две линии установок, парами или отдельными установками (рис. 1.7, 1.8).

Удаление установок первой линии от боевой линии (переднего края) прикрываемых подразделений зависит от характера задач, выполняемых взводом, а также требований обеспечения огневой связи между установками и их живучести. При прикрытии общевойсковых подразделений это удаление может составлять 500—1500 м в наступлении и 1000—1500 м в обороне. Дистанции между первой и второй линией установок могут достигать 500—1000 м.

Для обеспечения огневой связи между установками, устойчивого управления, а также исключения взаимных помех интервалы между установками должны составлять не менее 250 м, интервалы между взводами при расположении их в линию могут достигать 1000—2000 м.

Походный порядок батареи

Походный порядок — построение батареи (взвода) для передвижения в колонне. Он должен обеспечивать высокую скорость движения, быстрое развертывание в боевой порядок, наименьшую уязвимость от оружия массового поражения, ударов с воздуха и огня наземного противника, сбережение сил личного состава, сохранение вооружения и боевой техники, поддержание устойчивого управления батареей. Глубина походной колонны батареи может быть до 400 м. Походный порядок батареи показан на рис. 1.9.

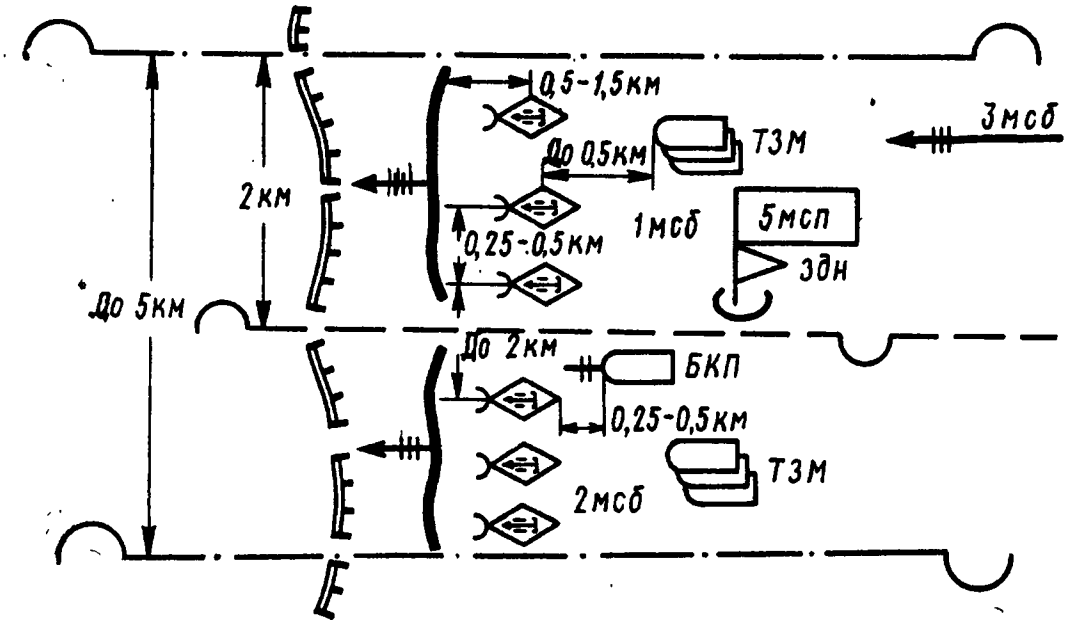


Рис. 1.7. Боевой порядок батареи в одну линию установок

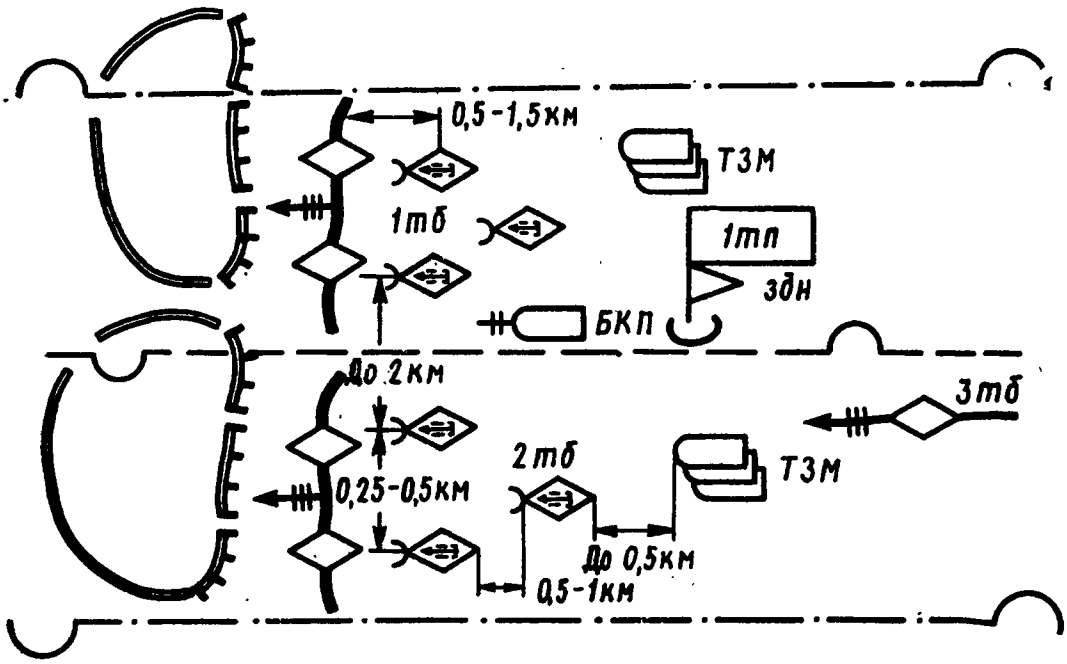


Рис. 1.8. Боевой порядок батареи в две линии установок

Боевые действия батареи по прикрытию общевойсковых частей и подразделений

Зенитная ракетно-артиллерийская батарея, вооруженная ЗПРК «Тунгуска», ведет боевые действия в тесном взаимодействии с зенитной ракетной батареей зенитного дивизиона мотострелкового (танкового) полка, соседними зенитными ракетными (ракетно-артиллерийскими) подразделениями. В отдельных случаях батарея может действовать самостоятельно.

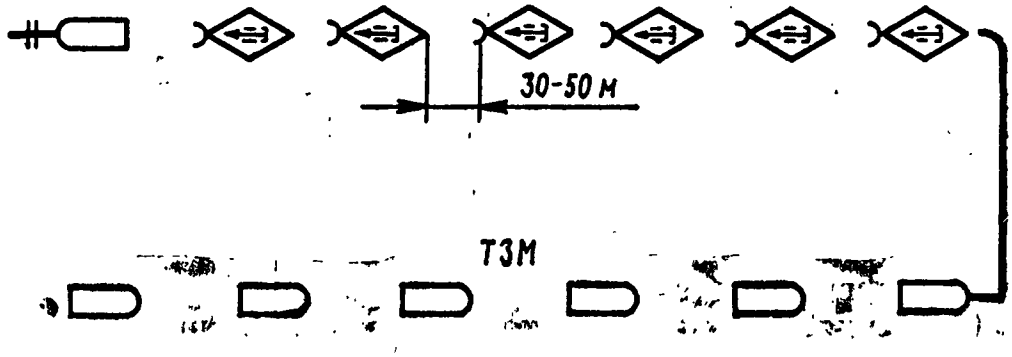


Рис. 1.9. Походный порядок батареи

Боевые действия батареи характеризуются скоротечностью, высокой маневренностью, сложностью воздушной и радиоэлектронной обстановки. Они ведутся в условиях активных действий воздушного противника с применением разнообразных средств поражения, способов подавления и преодоления системы противовоздушной обороны. Это требует от личного состава батареи высокой боевой выучки, полного напряжения моральных и физических сил, а также длительного и безотказного действия вооружения и боевой техники.

Успешное ведение боевых действий батареей достигается:

поддержанием установок в установленных степенях готовности к открытию огня и своевременным переводом их в повышенные степени готовности;

непрерывным ведением разведки воздушного противника;

своевременным открытием огня по воздушным целям;

решительным и своевременным маневром взводов (установок) для прикрытия подразделений.

Боевые действия в наступлении

Наступление — основной вид боя. Оно проводится с целью разгрома противника и овладения важными районами (рубежами, объектами) местности.

В зависимости от обстановки и поставленных задач наступление может вестись на обороняющегося, наступающего или отходящего противника.

В условиях современного общевойскового боя наступление на обороняющегося противника осуществляется с выдвижением из

глубины (исходного района для наступления, района сосредоточения), с марша или из положения непосредственного соприкосновения с ним.

При применении ядерного оружия основным способом перехода в наступление является наступление с выдвижением из глубины.

Зенитная ракетно-артиллерийская батарея боевые задачи выполняет в составе зенитного дивизиона или самостоятельно и прикрывает от ударов воздушного противника, как правило, главные силы мотострелкового (танкового) полка.

В наступлении на обороняющегося противника с ходу главные силы мотострелкового (танкового) полка нуждаются в последовательном прикрытии от ударов с воздуха в исходном районе (районе сосредоточения), при выдвижении, развертывании в предбоевой и боевой порядок, на рубеже перехода в атаку и в ходе наступления. В этих условиях батарея выполняет следующие задачи: прикрывает главные силы полка в исходном районе (районе сосредоточения), при выдвижении, развертывании, на рубеже перехода в атаку и в ходе наступления.

При наступлении с ходу с выдвижением из глубины полку назначаются исходный район (на удалении 20—40 км от переднего края), исходный рубеж (пункт), рубежи развертывания в батальонные колонны (на удалении 12—15 км), в ротные колонны (на удалении 4—6 км) и взводные колонны (на удалении 2—3 км), а также рубеж перехода в атаку (до 600 м) от переднего края обороны противника.

В исходном районе батарея занимает огневую позицию, как правило, повзводно в районах расположения прикрываемых подразделений или вблизи их маршрутов выдвижения. В отдельных случаях батарея, взвод (отдельные установки) могут занимать огневые позиции на подступах к исходному району или действовать из засад на вероятных направлениях налетов воздушного противника. Удаление района засады обычно не превышает 3—5 км. В зависимости от условий местности на огневых позициях взводы располагаются в одну или две линии установок. Огневые позиции оборудуются в инженерном отношении и тщательно маскируются. Прикрытие подразделений полка, выдвигающихся к рубежу перехода в атаку, батарея (взвод) осуществляет, двигаясь в составе прикрываемых подразделений и имея боевой порядок в колонну установок (парами или отдельными установками) в готовности к ведению огня в движении и с коротких остановок (рис. 1.10).

В зависимости от обстановки, времени суток, наличия других средств ПВО часть установок может находиться в готовности номер один.

В ходе выдвижения командир батареи (взвода) ведет наблюдение за воздушным противником и действиями прикрываемых подразделений. При обнаружении воздушного противника огонь

открывается по команде командира батареи, а по внезапно появляющимся целям — решением командира взвода (установки).

Установки выдвигаются за указанным подразделением (танком, боевой машиной пехоты) в готовности к открытию огня в движении или с короткой остановки.

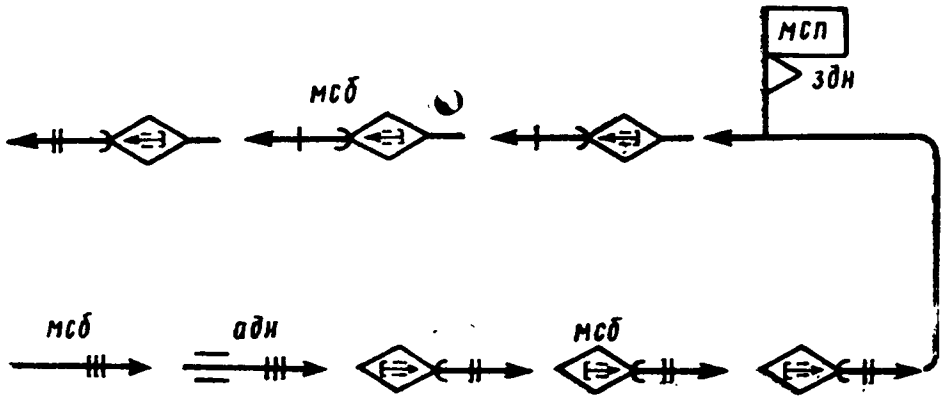


Рис. 1.10. Боевой порядок батареи в колонну установок

С началом развертывания батальонов первого эшелона полка в предбоевой (боевой) порядок батарея развертывается в линию установок и отражает удары воздушного противника огнем в движении или с коротких остановок, следуя на удалении 500 м от линии наступающих общевойсковых подразделений.

С началом атаки переднего края обороны противника батарея прикрывает наступающие подразделения, продвигаясь от рубежа к рубежу в линию установок на удалении 1000—1500 м от боевой линии танков.

С целью повышения живучести установок от огня ПТУР и артиллерии противника позиции для стрельбы с коротких остановок целесообразно выбирать за укрытиями, обеспечивающими ведение огня пушечным и ракетным вооружением (подбитая боевая техника, различные строения, густой кустарник и т. п.).

При бое в глубине обороны противника с ослаблением огня его стрелкового оружия, ПТУР и артиллерии удаление установок от линии наступающих подразделений сокращается до 500—1000 м.

В ходе наступления в зависимости от темпа продвижения прикрываемых подразделений батарея огнем установок в движении или с коротких остановок прикрывает наступающие подразделения от ударов с воздуха, уничтожая самолеты и вертолеты противника.

При действиях из засады установка (пара установок) скрытно выдвигается на указанную ей позицию (рубеж) и тщательно маскируется. При обнаружении вертолетов огневой поддержки, штурмовиков противника установка открывает огонь, после чего совершает маневр на другую позицию или возвращается в боевой порядок взвода.

Командир батареи управляет действиями взвода с командирского пункта, который находится на удалении до 500 м от линии установок.

Командир взвода управление установками взвода осуществляет с ЗСУ, которую целесообразно иметь в середине боевого порядка взвода и углом назад.

Для прикрытия подразделений, отражающих контратаки противника, по команде командира батареи взвод совершает маневр на позицию, обеспечивающую наивыгоднейшие условия борьбы с воздушным противником, а также защиту от поражения ПТУР и огня артиллерии противника, угрожающего безопасности батареи (взвода, установки).

Наблюдение за наземной обстановкой ведет главным образом механик-водитель. Особое внимание он обращает на выявление пусковых установок ПТУР и гранатометчиков.

При вводе в бой второго эшелона полка батарея в полном составе или одним взводом совершает маневр для его прикрытия на рубеже ввода в бой и в ходе наступательного боя.

При преследовании противника батарея (взвод) следует в колоннах прикрываемых подразделений.

В ряде случаев батарея (взвод) может прикрывать передовой отряд (авангард) полка при его продвижении в назначенном направлении, действиях по захвату рубежа или овладении важным районом (объектом) противника. При этом батарея (взвод) выдвигается совместно с прикрываемыми подразделениями в готовности к открытию огня, имея боевой порядок, обеспечивающий наиболее надежное прикрытие главных сил передового (рейдового) отряда, авангарда от ударов смешанных самолетно-вертолетных групп с любого направления и быстрое продвижение вслед за прикрываемыми подразделениями.

При развертывании рейдового отряда в предбоевой или боевой порядок батарея (взвод) перестраивается в линию установок и перемещается за прикрываемыми подразделениями, прикрывая от ударов с воздуха в ходе ведения боя.

В наступлении из положения непосредственного соприкосновения с противником батарея прикрывает подразделения полка при перегруппировке, в исходном положении для наступления и в ходе наступления.

Для прикрытия подразделений полка при перегруппировке батарея совершает маневр на новую огневую позицию. Порядок и время маневра определяет командир дивизиона. При занятии прикрываемыми подразделениями исходного района для наступления батарея занимает позицию с таким расчетом, чтобы обеспечить наиболее надежное прикрытие подразделений первого эшелона полка при переходе в наступление без изменения боевого порядка.

При форсировании полком водной преграды батарея может прикрывать его главные силы при выдвижении к водной преграде, ее форсировании и бое на противоположном берегу, а также может привлекаться для прикрытия мостов и переправ.

Батарея к водной преграде выдвигается совместно с прикрываемыми подразделениями и с выходом к ней занимает огневую

позицию повзводно на участках форсирования водной преграды. Боевой порядок взводов — в линию установок на удалении 500 м от уреза воды.

На противоположный берег батарея (взвод) переправляется, как правило, за подразделениями первого эшелона полка на переправочно-десантных средствах, по захваченным мостам или имеющимся бродам с таким расчетом, чтобы обеспечивалась непрерывность прикрытия подразделений полка при ведении боя на противоположном берегу.

В отдельных случаях батарея (взвод) может быть оставлена для прикрытия переправ. Батарея (взвод) при этом занимает огневую позицию, как правило, повзводно (отдельными установками) на обоих берегах реки с удалением установок до 400 м от объекта прикрытия.

Во встречном бою батарея прикрывает подразделения полка при их действиях в передовом отряде (авангарде) или в составе главных сил.

При организации боевых действий в предвидении встречного боя командир батареи (взвода) определяет места следования взводов (установок) в колонне передового отряда или главных сил, порядок развертывания батареи (взвода) в линию (две линии) установок при встрече с противником и взаимодействие с прикрываемыми подразделениями. С завязкой встречного боя эти вопросы уточняются. В ходе встречного боя батарея (взвод, установка) должна быть готова к совершению быстрого и решительного маневра, к отражению удара воздушного противника с любого направления.

Боевые действия в обороне

Оборона — вид боя, который применяется в тех случаях, когда наступление невозможно или нецелесообразно. Она имеет целью сорвать или отразить наступление превосходящих сил противника и нанести ему значительные потери, удержать важные районы (рубежи, объекты) местности и тем самым создать благоприятные условия для перехода в решительное наступление.

Оборона может подготавливаться заблаговременно или организовываться в ходе боя, при отсутствии непосредственного соприкосновения с противником и в условиях соприкосновения с ним.

Мотострелковый (танковый) полк обороняет участок местности до 10—15 км по фронту и до 12 км в глубину.

Боевой порядок полка в обороне строится в два или один эшелон. При построении боевого порядка в один эшелон выделяется общевойсковой резерв.

Мотострелковый батальон обороняет район до 5 км по фронту и до 3 км в глубину. Его боевой порядок строится, как правило, в два эшелона. В первом эшелоне обычно обороняются две роты, во втором эшелоне — одна рота. При построении боевого порядка в один эшелон выделяется общевойсковой резерв до усиленного мотострелкового взвода.

Мотострелковым ротам для обороны назначаются опорные пункты размерами до 1,5 км по фронту и до 1 км в глубину. Промежутки между опорными пунктами рот первого эшелона по фронту могут составлять 1—1,5 км. Огневые средства располагаются между первым и вторым эшелонами.

Боевой порядок роты строится в один эшелон.

В отличие от наступления оборонительный бой имеет свои особенности, которые будут оказывать решающее влияние на боевое применение зенитной ракетно-артиллерийской батареи. К ним следует отнести: увеличение площади района боевых действий, значительную привязанность прикрываемых подразделений к определенным районам местности, а следовательно, и значительную их уязвимость от ударов с воздуха, увеличение количества средств воздушного нападения противника в ударе, выделяемых для поддержки своих войск в наступлении.

В обороне батарея (взвод) может прикрывать подразделения полка, действующие в составе первого эшелона полка, второго эшелона при его выдвижении, развертывании и проведении контратаки, а также артиллерию полка и командный пункт. Кроме того, взвод в полном составе или частью установок может привлекаться для прикрытия подразделений в полосе обеспечения (на передовой позиции), а также для действий из засад на наиболее вероятных направлениях полетов самолетов и вертолетов противника или в качестве кочующего подразделения.

Батарея (взвод) в обороне всегда должна быть готова к борьбе с воздушными десантами в полете и при их выброске (высадке), а также с пехотой и танками противника, прорвавшимися в расположение батареи (взвода).

Боевой порядок батареи (взвода) в обороне строится с учетом расположения прикрываемых подразделений, как правило, в две линии установок на удалении 1000—1500 м от переднего края прикрываемых подразделений (рис. 1.11). Дистанция между первой и второй линиями установок составляет 500—1000 м. Интервалы между установками целесообразно выдерживать 500—1000 м, а между взводами 1500—2000 м. Батарейный командирский пункт на ПУ-12М располагается в центре боевого порядка батареи. Его удаление от установок первой линии должно быть в пределах 50—500 м. Транспортно-заряжающие машины располагаются на удалении до 500 м от второй линии установок.

Кроме основных огневых позиций установкам назначаются одна-две запасные позиции на удалении 500—1500 м от основных. Основные и запасные позиции выбираются за противотанковыми препятствиями или под прикрытием противотанковых средств обороняющихся войск и оборудуются в инженерном отношении. Установки располагаются на позициях скрытно в складках местности так, чтобы они могли вести огонь по низколетящим воздушным целям в любом направлении и имели между собой огневую связь.

В целях повышения живучести установок от сосредоточенного огня артиллерии и нейтронных боеприпасов противника их основ-

ные и запасные огневые позиции должны выбираться вне пределов ротных опорных пунктов обороняющихся подразделений.

Для успешных действий батареи в обороне особое значение приобретают инженерное оборудование и маскировка огневых позиций установок, мест развертывания БКП и ТЗМ, периодическая их смена, подготовка и оборудование запасных позиций, заблаговременное проведение мероприятий по защите от оружия массового поражения.

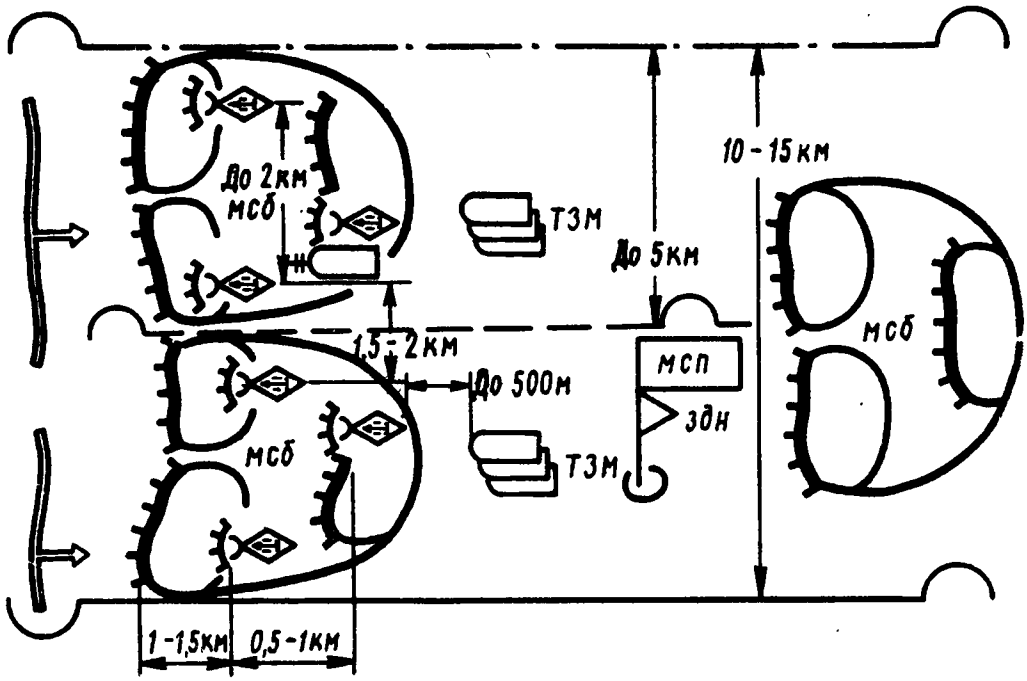


Рис. 1.11. Боевой порядок батареи в обороне (вариант)

Основные элементы инженерного оборудования огневой позиции батареи показаны на рис. 1.12.

Подготовка батареи (взвода) к боевым действиям в обороне начинается с получения боевой задачи от командира дивизиона (батареи).

Получив задачу на организацию боевых действий, командир батареи (взвода) уясняет ее, изучает районы обороны батальонов и их боевой порядок, намечает порядок управления огнем и маневром.

Уяснив задачу и оценив обстановку, командир батареи (взвода) определяет место основной и запасных огневых позиций, маршрут движения и порядок занятия огневых позиций, основное направление стрельбы и ответственный сектор батареи (взвода); задачи установкам, степени готовности; порядок организации разведки и огня, охраны и обороны позиции; организацию управления и взаимодействия; обеспечение ракетами, боеприпасами и их расход. После занятия огневой позиции организуются подготовка взводов (установок) к стрельбе, инженерное оборудование и маскировка позиции. О готовности к отражению налета авиации противника командир батареи (взвода) докладывает старшему начальнику.

При действиях в качестве кочующего подразделения взводу (установке) указываются: район боевых действий, маршрут движения, огневые позиции и сроки пребывания на них, порядок ведения разведки и огня, время оставления позиции.

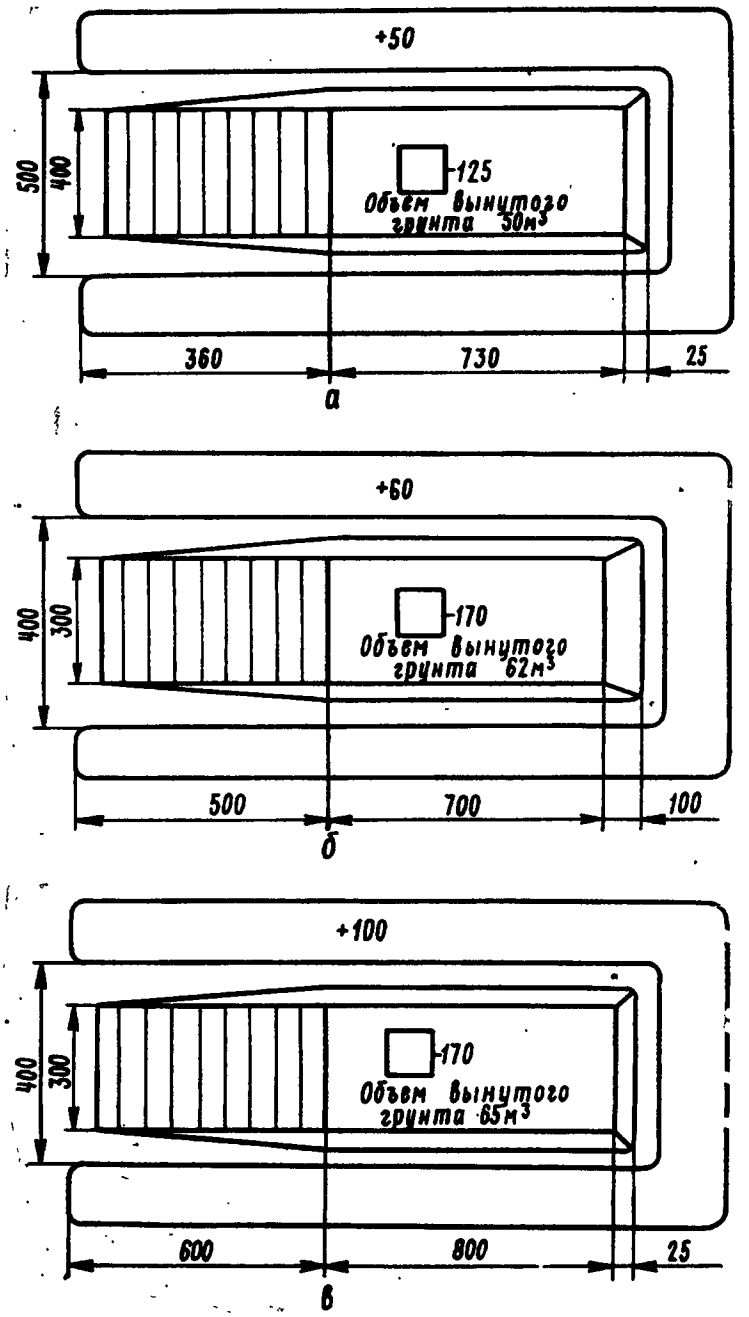


Рис. 1.12. Основные элементы инженерного оборудования огневой позиции батареи:
а — окоп для ЗСУ 2С6; *б* — окоп для ПУ-12М; *в* — окоп для ТЗМ

При действиях из засад взводу (установке) указываются: цель засады, возможные направления и рубежи действий самолетов и вертолетов противника, огневая позиция и ответственный сектор, маршрут выдвижения, порядок ведения разведки и огня, время оставления позиции.

До перехода противника в наступление огонь по отдельным самолетам (вертолетам) и другим воздушным целям ведется только по команде командира батареи дежурными установками.

С переходом противника в наступление все установки переводятся в готовность номер один и ведут огонь без ограничений. В ходе обороны батарея (взвод) совершает маневр с целью усиления прикрытия второго эшелона полка, проводящего контратаку и периодическую смену огневых позиций с целью повышения живучести. Для подготовки маневра батарее, взводу указывается: цель маневра, район новой огневой позиции и маршрут движения, порядок смены огневой позиции, сигнал на начало маневра и время готовности на новой позиции.

При обороне водной преграды на одном берегу огневая позиция назначается в пределах опорных пунктов подразделений первого эшелона полка на участках, наиболее удобных для форсирования противником.

При обороне водной преграды на обоих берегах взвод или отдельные установки могут занимать огневые позиции на противоположном берегу. Часть установок батареи может быть выделена для действий из засад.

При отходе подразделений полка батарея прикрывает главные силы, действуя в их боевом, предбоевом и походном порядках. Для прикрытия подразделений на промежуточных рубежах, а также при прохождении ими переправ, мостов, перевалов и узлов дорог батарея (взвод) может в этих местах развертываться в боевой порядок и занимать огневую позицию. Смену огневой позиции командир батареи (взвода) осуществляет только по приказу командира дивизиона (батареи).

Боевые действия на марше

В современных условиях марш является важной составной частью боевых действий войск. Под маршем понимается организованное передвижение войск по дорогам и колонным путям в целях своевременного выхода в назначенный район или на указанный рубеж в полной готовности к выполнению боевых задач.

Марш может совершаться в предвидении вступления в бой или вне угрозы столкновения с противником, а по направлению движения — к фронту, вдоль фронта или от фронта в тыл. Во всех случаях марш совершается скрытно, как правило, ночью или в других условиях ограниченной видимости, а в боевой обстановке и в глубоком тылу своих войск и днем.

Для прикрытия подразделений полка на марше батарея, как правило, распределяется по колоннам главных сил повзводно и совершает марш в их составе, имея боевой порядок в колонну установок (парами или отдельными установками), в готовности к ведению огня в движении или с коротких остановок.

Установки распределяются по колоннам прикрываемых подразделений с дистанциями между ними не менее 1000 м, что обеспе-

чивает наиболее надежное прикрытие подразделений полка, предназначенных для действий в первом эшелоне, и исключает одновременное поражение нескольких установок одним боеприпасом РУК противника.

Для размещения установок в колонне, как правило, используются промежутки между ротами, обеспечивающие ведение огня с коротких остановок без задержки движения прикрываемой колонны.

Разведка воздушного противника на марше ведется дежурными установками и наблюдателями. Кроме того, командир батареи организует получение данных о воздушном противнике с КП дивизиона, а также от ближайших РЛП (РЛС), последовательно развертываемых в полосе движения полка.

Для проверки состояния вооружения и боевой техники, устранения неисправностей, проведения технического обслуживания, дозаправки машин, отдыха личного состава назначаются привалы, а при совершении марша на расстояние более одного суточного перехода, кроме того, и дневной (ночной) отдых. Привалы продолжительностью до 1 ч назначаются через 3—4 ч движения, один привал для приема пищи продолжительностью до 2 ч — во второй половине суточного перехода. Величина суточного перехода может составлять более 300 км.

Средняя скорость движения батареи (взводов, установок) на марше без учета времени на привалы зависит от задач, состояния дорог, времени года и суток, погоды, технического состояния боевых машин, подготовленности личного состава и определяется в основном скоростью движения прикрываемых войск. Средняя скорость движения смешанных и танковых колонн составляет 25—30 км/ч, автомобильных колонн — 30—40 км/ч и более.

В горах, пустынях, северных районах, а также зимой, в распутицу и туман средняя скорость может изменяться. Во всех случаях марш совершается с максимально возможной для данных условий скоростью. При остановке полка на привалах и в местах дневного (ночного) отдыха батарея занимает огневую позицию вблизи маршрутов движения (расположения) прикрываемых подразделений и готовится к отражению ударов воздушного противника. Место позиции и подъездные пути к ней должны обеспечивать быстрый выход установок на маршруты движения и включение их в колонны прикрываемых подразделений с возобновлением движения.

Для прикрытия подразделений полка при прохождении узлов дорог, теснин, перевалов, преодолении водных преград взводы (установки) могут заранее выдвигаться из районов привалов, мест дневного (ночного) отдыха и развертываться в назначенном районе.

С завязкой боя и в ходе его ведения батарея действует так же, как и во встречном бою.

Огонь по воздушным целям в ходе марша открывается установками по команде командира батареи (взвода) или самостоя-

тельно и ведется в движении или с коротких остановок. С прибытием прикрываемых подразделений в район сосредоточения (назначенный район) командир батареи (взвода) организует пополнение запасов ракет и боеприпасов, других материальных средств, техническое обслуживание и дозаправку машин, а также подготовку батареи (взвода) к предстоящим боевым действиям.

Боевые действия в особых условиях

При прикрытии подразделений полка, действующего **на приморском направлении,** особенности действий батареи будут определяться: наличием открытого приморского фланга, частым форсированием прикрываемыми подразделениями широких устьев рек, заливов и преодолением ими заболоченных прибрежных участков местности, необходимостью прикрытия морских десантов и подразделений, ведущих противодесантную оборону, а также других объектов.

При организации боевых действий батареи особое внимание должно быть уделено разведке воздушных целей и борьбе с целями, действующими на предельно малых высотах со стороны моря, а также борьбе с надводными целями.

В горных районах на боевые действия батареи оказывают влияние: разобщенность направлений для действий прикрываемых подразделений; резкая пересеченность рельефа местности, ограниченное количество дорог, мест, удобных для развертывания батареи в боевой порядок, резкое изменение погоды в течение суток, возможность обвалов и длительного застоя отравляющих веществ в долинах и ущельях; снижение мощности двигателей и повышенный расход горючего; экранирующее действие гор на работу радио- и радиолокационных станций.

При действиях в горах батарея помимо прикрытия подразделений полка может привлекаться для прикрытия перевалов, горных проходов, узлов дорог или переправ через горные реки.

Часть установок батареи или взвод в полном составе могут придаваться подразделениям полка, действующим на отдельном, самостоятельном направлении или в качестве обходящего отряда.

В лесу на боевые действия батареи оказывают влияние: закрытая местность, затрудняющая организацию разведки воздушного противника и ведение огня; ограниченное количество дорог, доступных для движения установок, и мест для огневых позиций; завалы и лесные пожары; трудности взаимодействия с прикрываемыми подразделениями; возможность длительного застоя отравляющих веществ.

При действиях в лесу огневые позиции выбираются на опушках, полянах, вырубках, возвышенностях, широких просеках, в мелколесье, что облегчает своевременное обнаружение и обстрел самолетов и вертолетов противника. При необходимости производится расчистка ответственных секторов установок. Для ведения разведки с помощью оптических приборов посты воздушного

наблюдения (в обороне) могут располагаться на высоких деревьях.

При движении в лесу принимаются меры защиты антенн от ударов о сучья и ветки деревьев. Лесные завалы и заграждения на маршрутах движения, как правило, обходятся или преодолеваются по проходам, проделанным средствами мотострелковых (танковых) и инженерных подразделений.

В пустынной местности на боевые действия батареи оказывают влияние: трудности ориентирования и маскировки; наличие сыпучих песков и солончаков; резкие колебания температуры в течение суток, частые ветры с перемещением большого количества песка; отсутствие воды на большом протяжении; возможность более сильного и продолжительного заражения местности радиоактивными веществами.

При организации боевых действий в пустыне командир батареи кроме решения обычных вопросов должен указать взводам азимут движения, реперные и контрольные точки в полосе действий полка, маршруты для выдвижения на рубеж развертывания, обеспечить личный состав запасом воды и установить контроль за ее расходом, а также предусмотреть необходимые меры по защите техники от песка и пыли, маскировке установок, используя для этой цели подручные средства и табельные маскировочные сети.

При ведении боевых действий **в северных районах и зимой** следует учитывать: труднодоступный характер местности; ограниченное количество дорог; снежные заносы, снижающие маневренные возможности батареи; длительные периоды полярного дня и ночи; низкие температуры и возможное обледенение вооружения и боевой техники, усложнение ее обслуживания; сильные ветры и снежные бури, затрудняющие ведение огня; сложность ориентирования на марше и при выборе позиции; интенсивные ионосферные и геомагнитные бури, вызывающие помехи в работе радиолокационных станций и средств связи.

Огневые позиции при действиях в северных районах выбираются вблизи дорог и маршрутов движения. Окопы и укрытия на огневой позиции устраиваются полузаглубленного и насыпного типов, а зимой — с использованием снега и льда. Боевая и другая техника окрашивается под фон местности.

При ведении боевых действий **ночью** на батарею кроме обычных задач могут возлагаться задачи по борьбе со средствами светового обеспечения противника.

Действия батареи ночью характеризуются возможностью ведения разведки воздушного противника и огня главным образом только с использованием радиолокационных станций установок, усложнением боевой работы экипажей, затруднением ориентирования на местности.

Командир батареи, организуя боевые действия батареи ночью, кроме обычных мероприятий предусматривает: подготовку к работе приборов ночного видения и средств освещения; усиление непосредственного охранения и обороны; меры по обеспечению безо-

пасности при преодолении труднопроходимых участков местности; доведение до личного состава батареи световых сигналов для взаимного опознавания и взаимодействия с прикрываемыми подразделениями, а также световые знаки для обозначения маршрутов выдвижения, рубежей развертывания и перехода в атаку, границ зон заражения, проходов в боевых порядках действующих впереди войск, заграждений, препятствий и направлений обходов; обеспечение взводов сигнальными средствами.

В городе на боевые действия батареи оказывают влияние: ограниченное количество удобных для занятия огневых позиций мест, наличие препятствий, зон разрушения, экранирующее действие зданий на работу радиолокационных станций установок и радиостанций.

При организации боевых действий в городе командир батареи кроме обычных мероприятий должен изучить план города в полосе наступления прикрываемых подразделений, характер его застройки, наметить места возможного расположения огневых позиций, используя для этих целей площади, перекрестки, стадионы, пустыри, парки и др.

При овладении городом с ходу батарея, как правило, действует в боевых порядках прикрываемых подразделений или за ними повзводно или парами установок (отдельными установками). Установки могут привлекаться для подавления огневых точек противника в верхних этажах зданий.

При ведении боевых действий в городе необходимо учитывать возможность образования больших разрушений и завалов улиц, возникновения пожаров и сильного радиоактивного и химического заражения местности.

Перевозки батареи

Зенитная ракетно-артиллерийская батарея может перевозиться железнодорожным, морским (речным) и воздушным транспортом.

По железной дороге батарея перевозится в составе воинского эшелона или воинским транспортом.

Для сокращения времени на организацию перевозки в батарее постоянно хранятся готовые расчеты на перевозку, заключающиеся в определении потребности в подвижном составе.

Исходными данными для составления расчета на перевозку по железной дороге являются:

численность личного состава и количество боевой техники и имущества;

нормы размещения личного состава и погрузки боевой техники и имущества на подвижном составе.

Нормы погрузки техники батареи: ЗСУ 2С6 — одна на четырехосную (60 т) платформу, транспортно-заряжающая машина — две на четырехосную платформу, пункт управления ПУ-12М — половина четырехосной платформы.

Для перевозки личного состава исходят из следующих норм: солдаты и сержанты перевозятся в четырехосных оборудованных вагонах, норма погрузки — 64—72 человека, а при перевозке в течение суток — 100 человек. Офицеры перевозятся в пассажирских вагонах.

Исходя из этого для перевозки батареи необходимо 10 четырехосных платформ и один четырехосный крытый оборудованный вагон.

Длина в условных вагонах подвижного состава определяется из отношения его длины к длине условного вагона (двухосный 20-тонный крытый вагон длиной 8,2 м) и равна: четырехосного крытого вагона — 1,9, четырехосной платформы — 1,8, пассажирского — 3,0 условного вагона.

Общая длина подвижного состава для батареи может составлять 19,9 условных вагонов.

При перевозке по железной дороге батарее назначаются станция погрузки (выгрузки), район ожидания (сбора) и пути выдвижения к ним. Район ожидания (сбора) выбирается на удалении 3—5 км.

В районах ожидания (сбора), станций погрузки (выгрузки) выбираются места огневых позиций для установок, назначенных для несения боевого дежурства.

Погрузка и крепление боевой техники и имущества на подвижной состав осуществляются в соответствии с требованиями Наставления по перевозкам войск железнодорожным и водным транспортом и Инструкции по транспортировке (эксплуатации) вооружения и транспорта.

При размещении техники должны соблюдаться следующие условия: габариты техники не должны выходить по ширине и высоте за пределы установленного очертания погрузки, а по длине — более чем на 40 см за буферные брусья платформы; боевая техника и другие машины должны размещаться симметрично относительно продольных и поперечных осей платформы; масса погруженной техники не должна превышать грузоподъемности подвижного состава; при погрузке на платформу колесных машин между ними должны быть оставлены зазоры не менее 15 см.

Погрузка транспортных и транспортно-заряжающих машин с ракетами над сцепом платформ не разрешается.

Для обеспечения вписываемости в габарит 0-2Т ГОСТ 9238—73 железных дорог СССР необходимо на ЗСУ 2С6 привести антенну СОЦ в положение по-походному, произвести изменение клиренса, демонтировать правый и левый брызговики самохода, снять антенну радиостанции Р-123М. ЗСУ 2С6 устанавливается на платформе так, чтобы разница выхода гусеничной ленты с одной стороны платформы по сравнению с выходом гусеничной ленты с другой стороны платформы была не более 10 см.

После установки ЗСУ 2С6 на платформу необходимо остановить двигатель, закрепить установку от поперечных смещений восемью строительными скобами диаметром стержня 12 мм, запу-

стив двигатель, установить минимальный дорожный просвет, натянуть гусеницы, поставить установку на ручной тормоз, проверить стопорение изделия 2А40 по-походному (вертикального и горизонтального наведения).

При перевозке техники батареи по железным дорогам союзных стран необходимо осуществлять перегрузку боевой техники на подвижной состав с колеи 1524 мм на колею 1435 мм, принимаются дополнительные меры по приведению боевой техники в допустимые габариты.

Перевозка батареи **водным и воздушным транспортом** осуществляется в соответствии с инструкциями по эксплуатации (транспортировке).

При выполнении работ по погрузке (выгрузке) техники всем личным составом должны строго соблюдаться меры безопасности.

Специально-техническое обеспечение боевых действий батареи

Специально-техническое обеспечение заключается в организации и осуществлении мероприятий по поддержанию вооружения, боевой и другой техники, ракет и боеприпасов в постоянной готовности к применению, их быстрому восстановлению (ремонту) при повреждениях и возвращению в строй. Оно включает: ракетно-техническое, техническое и метрологическое обеспечение.

Ракетно-техническое обеспечение

Ракетно-техническое обеспечение в батарее организуется в целях своевременного пополнения ее зенитными ракетами, содержания их и подготовки к боевому применению, а также обеспечения безотказности действия ракет и безопасности личного состава при обращении с ними. Основными мероприятиями ракетно-технического обеспечения являются:

прием ракет;

перегрузка ракет на установки и ТЗМ;

содержание, укрытие и обеспечение сохранности ракет;

проведение мероприятий по предотвращению несанкционированных пусков ракет;

обеспечение безопасности при работе с ракетами и при их транспортировке;

выполнение работ по ликвидации последствий аварий с ракетами;

эвакуация неисправных ракет и контейнеров.

Мероприятия по ракетно-техническому обеспечению проводятся экипажами установок и ТЗМ.

Доставка зенитных ракет в батарею, как правило, производится на транспортных машинах подразделений подвоза ракет. В отдельных случаях могут быть использованы ТЗМ батареи.

Прием поступивших в батарею ракет производится командирами взводов (установок) под непосредственным руководством командира батареи (взвода).

Техническое обеспечение

Техническое обеспечение в батарее организуется и осуществляется в целях обеспечения вооружением, боевой техникой, боеприпасами и военно-техническим имуществом, содержания их в исправности и постоянной готовности к применению в бою, своевременного восполнения их потерь и расхода, а также быстрого восстановления (ремонта) и возвращения в строй при повреждениях.

Командир батареи (взвода) несет ответственность за техническое обеспечение батареи (взвода). Он обязан:

постоянно знать состояние вооружения, боевой и другой техники, наличие боеприпасов;

организовать правильную эксплуатацию, ремонт и эвакуацию поврежденного вооружения и техники.

Техническое обслуживание вооружения, боевой и другой техники проводится экипажами (отделениями) и подразделениями технического обеспечения зенитного дивизиона и полка перед боем (маршем), после выполнения боевой задачи, а при необходимости и в ходе боевых действий.

При техническом обслуживании в первую очередь производятся: дозаправка установок, ТЗМ, агрегатов горючим и смазочными материалами, пополнение боеприпасами, устранение выявленных неисправностей, крепежные работы, заряд (подзаряд) аккумуляторов, доукомплектование ЗИП и другими средствами, положенными по табелю.

Текущий ремонт поврежденного вооружения и боевой техники производится, как правило, на месте повреждения или в ближайшем укрытии силами экипажей (расчетов, водителей) и ремонтных подразделений дивизиона и полка.

В первую очередь ремонтируются вооружение и боевая техника, требующие наименьшего объема ремонтных работ.

Если поврежденное вооружение и технику отремонтировать на месте невозможно, они эвакуируются в ремонтное подразделение дивизии или на склады.

Потребность, обеспеченность и расход боеприпасов исчисляются в боекомплектах и штуках.

Подвоз боеприпасов осуществляется, как правило, транспортом полка, а в отдельных случаях по распоряжению командира дивизиона — транспортом батареи. Боеприпасы, доставленные в батарею, хранятся на ТЗМ.

Метрологическое обеспечение

Метрологическое обеспечение заключается в проведении мероприятий, направленных на соблюдение единства, требуемой точности измерения и достоверности контроля измеряемых параметров в целях поддержания вооружения и техники в состоянии, обеспечивающем их постоянную боевую готовность.

Глава 2

СТАНЦИЯ ОБНАРУЖЕНИЯ И ЦЕЛЕУКАЗАНИЯ

2.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СОЦ

Назначение и состав СОЦ

Радиолокационная станция обнаружения и целеуказания предназначена для обнаружения воздушных целей и выдачи целеуказания на станцию сопровождения целей с точностью, обеспечивающей переход ССЦ на автосопровождение.

В состав СОЦ входят следующие системы:

передающая система ОГ;

антенно-фидерная система ОА;

приемная система ОП;

фильтровая система ОФ;

система целеуказания ОД;

система индикации ОИ;

система вращения, подъема и складывания антенны СВПС;

система вторичных источников электропитания ОЭ;

система управления и контроля ОК.

Синхронизация работы всех систем осуществляется системой синхронизации СС, общей для СОЦ, ССЦ и НРЗ.

Основные тактико-технические характеристики СОЦ

1. Дальность обнаружения воздушных целей с ЭПР 1 м^2, летящих на высотах от 15 до 1500 м, при вероятности обнаружения 0,5 — не менее 16,5 км.

Дальность обнаружения воздушных целей, летящих на высотах от 1500 до 3000 м, не менее 18 км при работе с места и не менее 16 км при работе в движении.

2. Скорость обзора пространства — 360 град/с.

3. Режимы целеуказания — ручной и автоматический.

4. Разрешающая способность:

по дальности — 400 м;

по азимуту — 5—6 град.

5. Среднеквадратические ошибки измерения координат:

дальности — 20 м;

азимута — 30 мин.

6. СОЦ защищена от пассивных, несинхронных импульсных помех и активной шумовой помехи.

Коэффициент подавления пассивных помех — 40—50 дБ.

7. Импульсная мощность передатчика — не менее 10 кВт.

8. Длительность зондирующих импульсов — 3,3 мкс.

9. Частота повторения зондирующих импульсов — 7500 Гц.

10. Ширина диаграммы направленности антенны в азимутальной плоскости на уровне 3 дБ — 4—5 град, в угломестной плоскости — не менее 15 град.

Работа СОЦ по структурной схеме

Структурная схема СОЦ приведена на рис. 2.1.

Включение СОЦ и управление режимами работы станции осуществляются с пульта управления СОЦ блока ОК1. При нажатии кнопки-табло СЕТЬ на передней панели блока ОК1 на блоки системы вторичных источников электропитания ОЭ подается напряжение переменного тока 220 В 400 Гц от системы электропитания ЗСУ. Система вторичных источников электропитания ОЭ вырабатывает стабилизированные и нестабилизированные напряжения постоянного тока, необходимые для обеспечения питания всех блоков и систем станции.

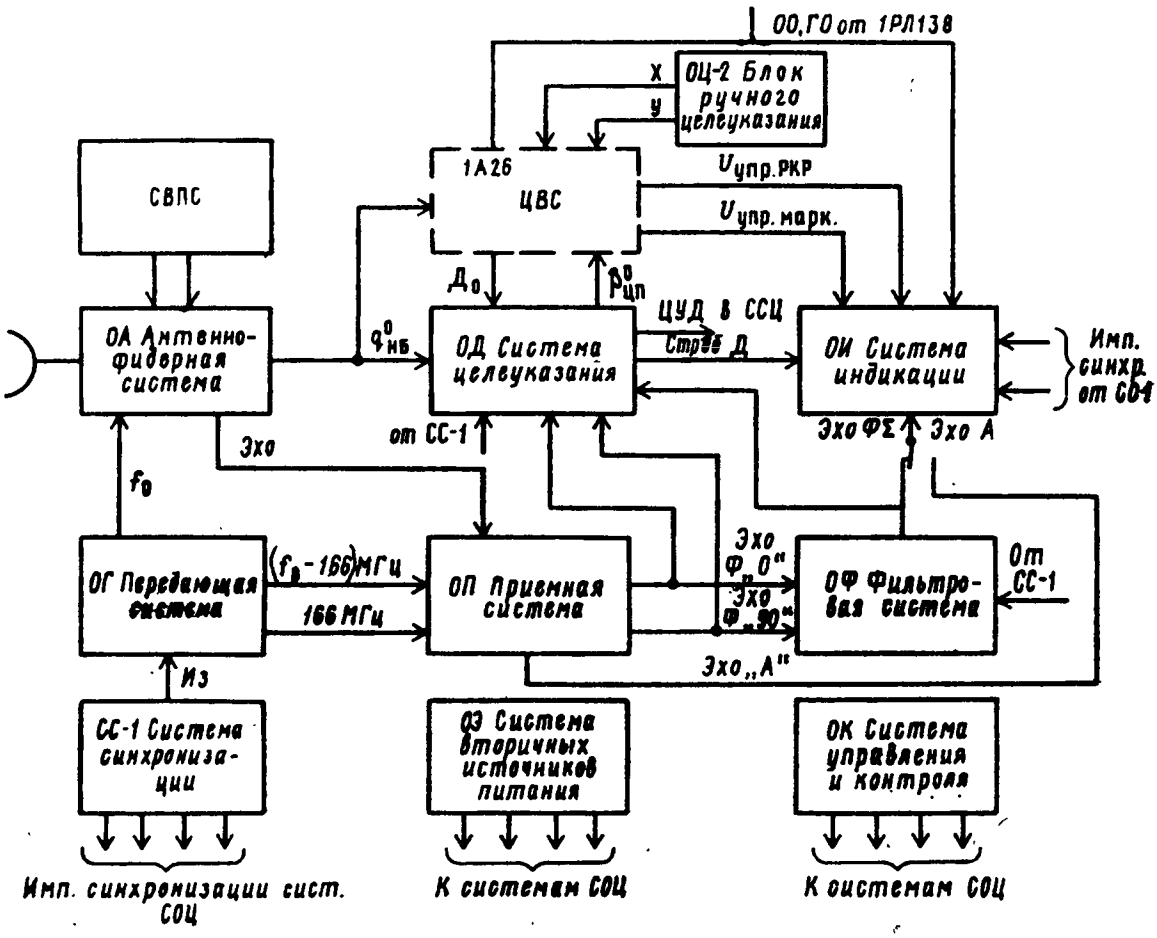


Рис. 2.1. Структурная схема СОЦ

Согласование во времени работы всех импульсных устройств СОЦ осуществляется при помощи импульсов синхронизации, которые вырабатываются в системе синхронизации СС, общей для СОЦ, ССЦ и НРЗ.

После подачи напряжений питания и импульсов синхронизации передающая система ОГ вырабатывает импульсы электромагнитной энергии сверхвысокой частоты мощностью не менее 10 кВт и длительностью 3,3 мкс. Передающая система ОГ выполнена по принципу усилительной цепочки. Непрерывные колебания СВЧ вырабатываются маломощным задающим генератором, а затем усиливаются двумя каскадами усилителей мощности на пролетных клистронах.

Частота повторения зондирующих импульсов определяется частотой следования импульсов синхронизации на выходе системы СС. При автономной работе СОЦ и до перехода ССЦ в режим автосопровождения частота повторения этих импульсов равна 7500 Гц. После перехода ССЦ в режим автосопровождения частота повторения импульсов синхронизации определяется режимом работы ССЦ.

Кроме мощных зондирующих импульсов передающая система ОГ вырабатывает непрерывные колебания на частотах (f_0—166) МГц и 166 МГц. Эти колебания подаются в приемную систему. Колебания с частотой (f_0—166) МГц используются в качестве гетеродинного напряжения. Колебания с частотой 166 МГц используются для навязывания начальной фазы напряжению когерентного гетеродина.

С выхода передающей системы мощные зондирующие импульсы поступают на вход антенно-фидерной системы ОА, которая обеспечивает канализацию, излучение зондирующих импульсов и прием отраженных эхо-сигналов. Кроме того, антенно-фидерная система ОА обеспечивает стабилизацию диаграммы направленности антенны в угломестной плоскости.

Отраженные эхо-сигналы, поступившие на вход антенны, через систему фидеров подаются в приемную систему ОП.

Система ОП представляет собой супергетеродинный приемник с двойным преобразованием частоты.

Приемная система ОП осуществляет преобразование принятых эхо-сигналов сверхвысокой частоты в сигналы промежуточной частоты, их усиление и амплитудное и фазовое детектирование. Кроме того, применением ключевой автоматической регулировки усиления КАРУ в приемной системе обеспечивается защита от активной шумовой помехи, принятой боковыми лепестками диаграммы направленности антенны.

Видеоимпульсы эхо-сигналов после амплитудного детектора подаются на систему индикации ОИ и отображаются на индикаторе кругового обзора ИКО в амплитудном режиме работы СОЦ (режим АР). Этот режим является вспомогательным. Основным режимом работы СОЦ является режим СДЦ, обеспечивающий защиту станции от пассивных помех.

Для защиты от пассивных помех в СОЦ реализован когерентно-импульсный метод с последующей фильтровой селекцией движущихся целей.

Когерентно-импульсная обработка эхо-сигналов производится на двух квадратурных фазовых детекторах приемной системы. С выхода фазовых детекторов снимаются две последовательности видеоимпульсов Эхо Ф «0» и Эхо Ф «90». Видеоимпульсы эхо-сигналов, отраженных от движущихся целей, будут изменяться по амплитуде и полярности от периода к периоду. Видеоимпульсы эхо-сигналов, отраженных от местных предметов и неподвижных пассивных помех, на выходе фазовых детекторов будут постоянной амплитуды и полярности.

Огибающие сигналов Эхо Ф «0» и Эхо Ф «90» сдвинуты по фазе относительно друг друга на 90 град. Сигналы Эхо Ф «0» и Эхо Ф «90» с выхода приемной системы подаются в фильтровую систему СДЦ ОФ и в систему целеуказания ОД.

Фильтровая система СДЦ ОФ осуществляет подавление сигналов от местных предметов и пассивных помех. Фильтровая обработка эхо-сигналов по каналам Эхо Ф «0» и Эхо Ф «90» производится раздельно двумя аналогичными блоками ОФ1. После подавления сигналов от пассивных помех на выходе блоков ОФ1 будут только эхо-сигналы от подвижных целей. Сигналы с выхода системы ОФ Эхо ФΣ представляют собой суммарный сигнал двух блоков ОФ1, т. е. суммарный сигнал двух каналов подавления Эхо Ф «0» и Эхо Ф «90».

Кроме подавления сигналов пассивных помех фильтровая система СДЦ осуществляет защиту СОЦ от несинхронных импульсных помех НИП с помощью специальной схемы.

После фильтровой системы СДЦ ОФ сигналы Эхо ФΣ подаются в систему индикации ОИ и систему целеуказания ОД.

Система целеуказания ОД обеспечивает измерение дальности и азимута цели в ручном и автоматическом режимах и выдачу данных целеуказания по дальности и азимуту на ССЦ.

Целеуказание по дальности выдается на ССЦ в виде импульса целеуказания ЦУД.

Целеуказание по азимуту выдается в ЦВС 1А26 в виде двоичного кода, а затем используется для выведения антенны ССЦ в направлении на цель.

Измерение дальности до цели в системе ОД производится цифровым автодальномером. Автодальномер имеет собственную фильтровую систему защиты от пассивных помех. Поэтому на него подаются сигналы Эхо Ф «0» и Эхо Ф «90».

Кроме измерения дальности и азимута система ОД обеспечивает обнаружение внезапно появившейся цели на дальности от 3 до 10 км с последующей автоматической выдачей целеуказания на ССЦ. Обнаружение внезапно появившейся цели производится по сигналам Эхо ФΣ.

Система индикации ОИ предназначена для отображения воздушной обстановки в зоне обзора СОЦ. На индикаторе кругового

обзора ИКО отображаются эхо-сигналы, отметка маркера целеуказания и сигналы опознавания.

Эхо-сигналы на систему индикации подаются в режиме СДЦ с выхода системы ОФ (Эхо ФΣ) или в амплитудном режиме с выхода приемной системы (Эхо А).

Метка маркера целеуказания формируется под воздействием управляющих напряжений, поступающих из ЦВС 1А26. Положение метки маркера зависит от положения кнюппельного механизма блока ручного целеуказания ОЦ2 до перехода ССЦ в режим автосопровождения и зависит от положения антенны ССЦ после перехода в режим автосопровождения.

Сигналы опознавания на систему ОИ подаются от наземного радиолокационного запросчика НРЗ 1РЛ138.

Система вращения, подъема и складывания антенны СВПС обеспечивает вращение антенны со скоростью 360 град/с, а также автоматическое приведение антенны из походного положения в боевое и обратно. Время перевода антенны из походного положения в боевое не более 1 мин.

Система управления и контроля ОК предназначена для управления режимами работы СОЦ и НРЗ, контроля исправности блоков и систем, а также для выработки сигнала блокировки пуска (стрельбы) при наличии сигнала гарантированного опознавания государственной принадлежности цели.

2.2. ПЕРЕДАЮЩАЯ СИСТЕМА ОГ

Назначение и состав системы

Передающая система ОГ предназначена для выработки зондирующих импульсов и формирования непрерывных гетеродинных напряжений для приемной системы.

Система ОГ расположена в следующих блоках:

ОГ1 — высокочастотное устройство;

ОГ2 — источник напряжения смещения — 200 В;

ОГ3 — блок регулировки и стабилизации напряжения высоковольтного выпрямителя;

ОГ4 — модулятор I каскада;

ОГ5 — выходной усилитель;

ОГ6 — подмодулятор II каскада;

ОГ7 — источник постоянного напряжения +300 В;

ОГ8 — высоковольтный выпрямитель;

У10 — узел модулятора;

Тр3 — импульсный трансформатор.

Все блоки и узлы системы ОГ расположены в шкафу № 4.

Работа системы ОГ по функциональной схеме

Функциональная схема системы ОГ показана на рис. 2.2.

Питающие напряжения на систему ОГ подаются после нажатия кнопок-табло СЕТЬ и ВЫСОКОЕ на блоке ОК1.

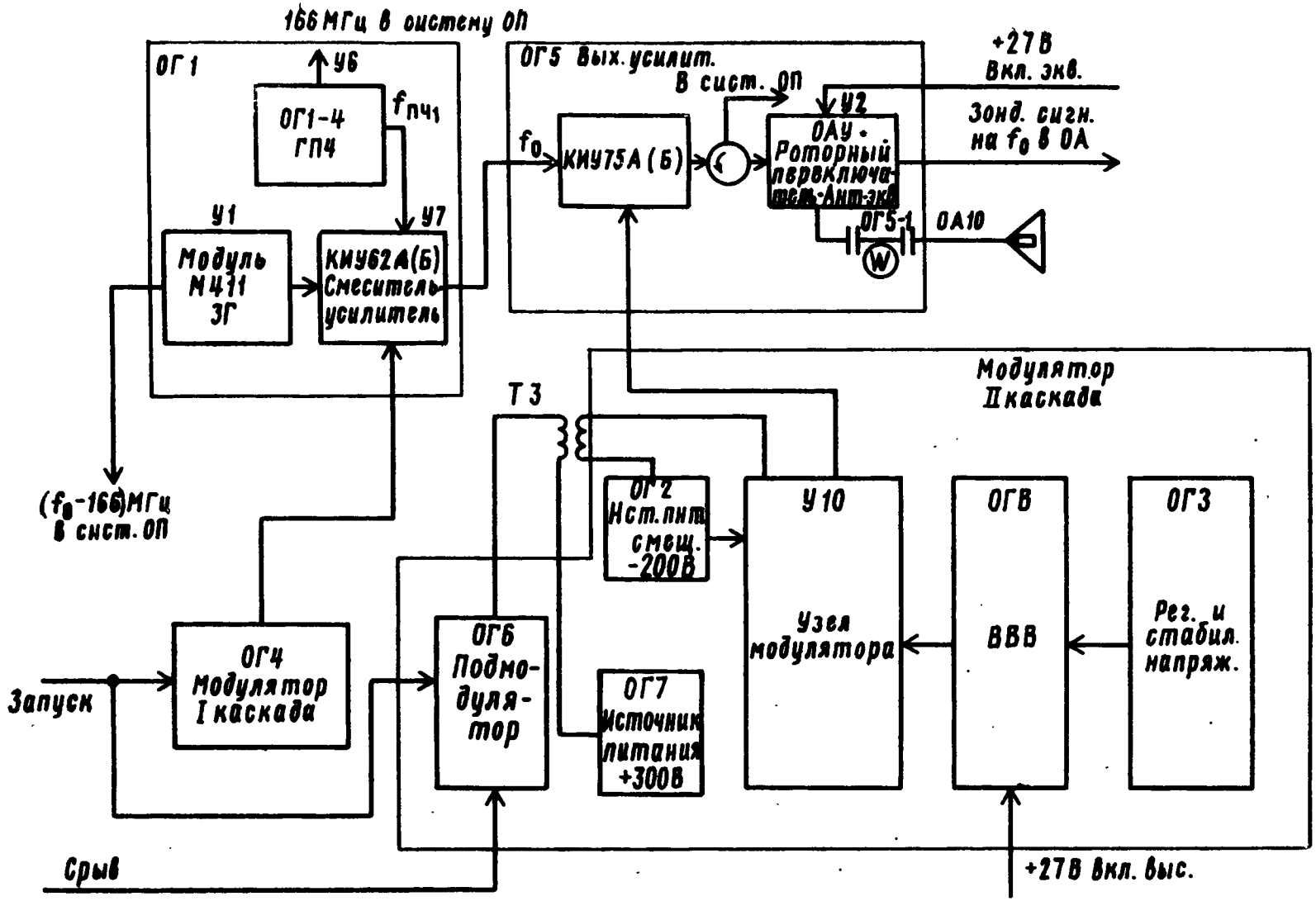


Рис. 2.2. Функциональная схема системы ОГ

Передающая система ОГ построена по принципу усилительной цепочки.

Маломощный задающий генератор (модуль М411), расположенный в блоке ОГ1, вырабатывает непрерывные высокостабильные колебания с частотой (f_0—166) МГц. Задающий генератор выполнен на транзисторах и устройствах, действующих на основе поверхностных акустических волн.

Непрерывные колебания с частотой (f_0—166) МГц с выхода задающего генератора подаются на вход смесительно-усилительного устройства КИУ-62А (Б).

Кроме того, колебания с частотой (f_0—166) МГц подаются в приемную систему ОП, где используются в качестве гетеродинного напряжения.

Смеситель-усилитель преобразует непрерывный сигнал на частоте (f_0—166) МГц в импульсный на частоте f_0 и усиливает его по мощности.

Преобразование сигнала (f_0—166) МГц в сигнал на частоте f_0 происходит путем выделения колебаний на частоте биений f_0 из совокупности двух сигналов: (f_0—166) МГц и 166 МГц. Непрерывные колебания на частоте 166 МГц подаются на вход смесителя от генератора промежуточной частоты ГПЧ. Колебания на частоте 166 МГц, выработанные в ГПЧ, поступают также в приемную систему ОП, где используются для обеспечения когерентной обработки принимаемых сигналов.

Преобразование непрерывного сигнала в импульсный производится путем подачи на катод пролетного усилительного клистрона КИУ-62А (Б) управляющего импульса отрицательной полярности амплитудой 600—800 В и длительностью 3,5—0,4 мкс с выхода модулятора I каскада.

Модулятор I каскада, расположенный в блоке ОГ4, выполнен по схеме с частичным разрядом накопителя. Накопителем является конденсатор.

В промежутках между импульсами запуска передатчика, поступающими из системы синхронизации СС, лампа модулятора закрыта и накопительный конденсатор заряжается до напряжения 600—900 В. С приходом импульса запуска передатчика лампа модулятора открывается, накопительный конденсатор разряжается и напряжение, до которого он был заряжен, прикладывается к катоду КИУ-62А (Б).

Полученный импульсный сигнал на частоте f_0 после усиления с выхода смесителя-усилителя подается на вход оконечного усилителя, выполненного на пролетном клистроне КИУ-75А (Б) в блоке ОГ5.

Блок ОГ5 является выходным усилителем и предназначен для усиления сигнала по мощности и передачи его в антенно-фидерную систему ОА.

Управление работой клистрона КИУ-75А (Б) осуществляется путем подачи на его катод отрицательного модулирующего им-

пульса амплитудой 10—12 кВ и длительностью (3,6±0,3) мкс с выхода модулятора II каскада.

Модулятор II каскада выполнен также по схеме с частичным разрядом накопителя. В качестве накопителя используется конденсатор фильтра высоковольтного выпрямителя блока ОГ8.

В промежутках между импульсами запуска коммутирующая лампа закрыта отрицательным напряжением смещения —200 В, поступающим с блока ОГ2. Накопительная емкость фильтра блока ОГ8 заряжается до напряжения —14 кВ от высоковольтного выпрямителя.

Импульсы запуска и импульсы срыва, задержанные на 3,3 мкс относительно импульсов запуска передатчика, подаются из системы синхронизации на вход подмодулятора, расположенного в блоке ОГ6. Импульсы срыва необходимы для стабилизации длительности и увеличения крутизны заднего фронта импульсов на выходе подмодулятора.

С подмодулятора снимается импульс положительной полярности, который подается на первичную обмотку импульсного трансформатора Тр3. Коммутирующая лампа открывается и напряжение с накопительного конденсатора оказывается почти полностью приложенным к катоду клистрона КИУ-75А (Б).

Усиленный сигнал на частоте f_0 с выхода клистрона подается на переключатель ПРИЕМ — ПЕРЕДАЧА, выполненный на У-циркуляторе, и далее в антенно-фидерную систему.

В блоке ОГ5 кроме выходного усилителя расположены также элементы, относящиеся к антенно-фидерной системе ОА: У-циркулятор, роторный переключатель АНТЕННА — ЭКВИВАЛЕНТ, измеритель проходящей мощности.

Установка величины напряжения на выходе высоковольтного выпрямителя и стабилизация его на заданном уровне осуществляются автоматически блоком ОГ3.

2.3. АНТЕННО-ФИДЕРНАЯ СИСТЕМА ОА. СИСТЕМА ВРАЩЕНИЯ, ПОДЪЕМА И СКЛАДЫВАНИЯ АНТЕННЫ СВПС

Назначение и состав системы ОА

Антенно-фидерная система ОА предназначена для передачи импульсов электромагнитной энергии от передатчика к антенне, направленного их излучения в пространство, приема отраженных эхо-сигналов, передачи их в приемную систему, а также для стабилизации положения диаграммы направленности антенны в угломестной плоскости.

С антенно-фидерной системой СОЦ конструктивно совмещена антенная система НРЗ 1РЛ138.

Система ОА расположена в следующих блоках:

ОА2 — антенное устройство;

ОА6 — вращающееся контактное устройство;

ОА9 — переключатель АНТЕННА — ЭКВИВАЛЕНТ;

ОА10 — эквивалент антенны;

ОА11 — блок управления фазовращателем;
ОА12 — блок фазовращателя;
ОА13 — блок питания;
ОГ5 (узел У3) — У-циркулятор.

Работа системы ОА по функциональной схеме

Функциональная схема системы ОА показана на рис. 2.3.

Импульсы электромагнитной энергии с выхода передающей системы ОГ поступают на У-циркулятор, выполняющий роль переключателя ПРИЕМ — ПЕРЕДАЧА.

Энергия с выхода передающей системы поступает на плечо 1 У-циркулятора и снимается с плеча 2 на вход переключателя АНТЕННА — ЭКВИВАЛЕНТ ОА9 роторного типа. Управление переключателем осуществляется с блока ОК1. При нажатой кнопке-табло ЭКВИВ. I сигнал через измеритель проходящей мощности (узел контроля ОГ5) подается на эквивалент антенны ОА10, обеспечивающий настройку и проверку СОЦ без излучения в пространство.

При отжатой кнопке-табло ЭКВИВ. I высокочастотный сигнал с выхода У-циркулятора через переключатель поступает в антенно-фидерную систему. Высокочастотный сигнал последовательно проходит через два вращающихся перехода, высокочастотный токосъемник и резонатор У1.

Резонатор У1 обеспечивает электромагнитную совместимость близко расположенных ЗСУ 2С6.

Далее электромагнитная энергия поступает на вход фазовращателя ОА12, выполненного на симметричной полосковой линии. Фазовращатель состоит из трех центральных полосковых проводников и двух диэлектрических пластин, вращающихся в воздушном зазоре между полосковыми проводниками. За счет вращения диэлектрических пластин происходит противоположный набег фазы в крайних каналах I и III, а фаза в среднем канале II не изменяется.

Величина перемещения диэлектрических пластин пропорциональна изменению положения самохода относительно плоскости горизонта.

Управление фазовращателем осуществляется следящей системой.

Сигнал, содержащий информацию о положении самохода относительно горизонта, в виде напряжения постоянного тока из ЦВС 1А26 подается на ВХОД 1 суммирующего усилителя субблока ОА11-1. На ВХОД 2 этого суммирующего усилителя подается напряжение с переменного резистора R1 субблока ОА12-1 через согласующий усилитель и переменный резистор R10 «Масштаб». Это напряжение является напряжением отрицательной обратной связи.

Разность этих двух напряжений в качестве напряжения сигнала ошибки постоянного тока с выхода суммирующего усилите-

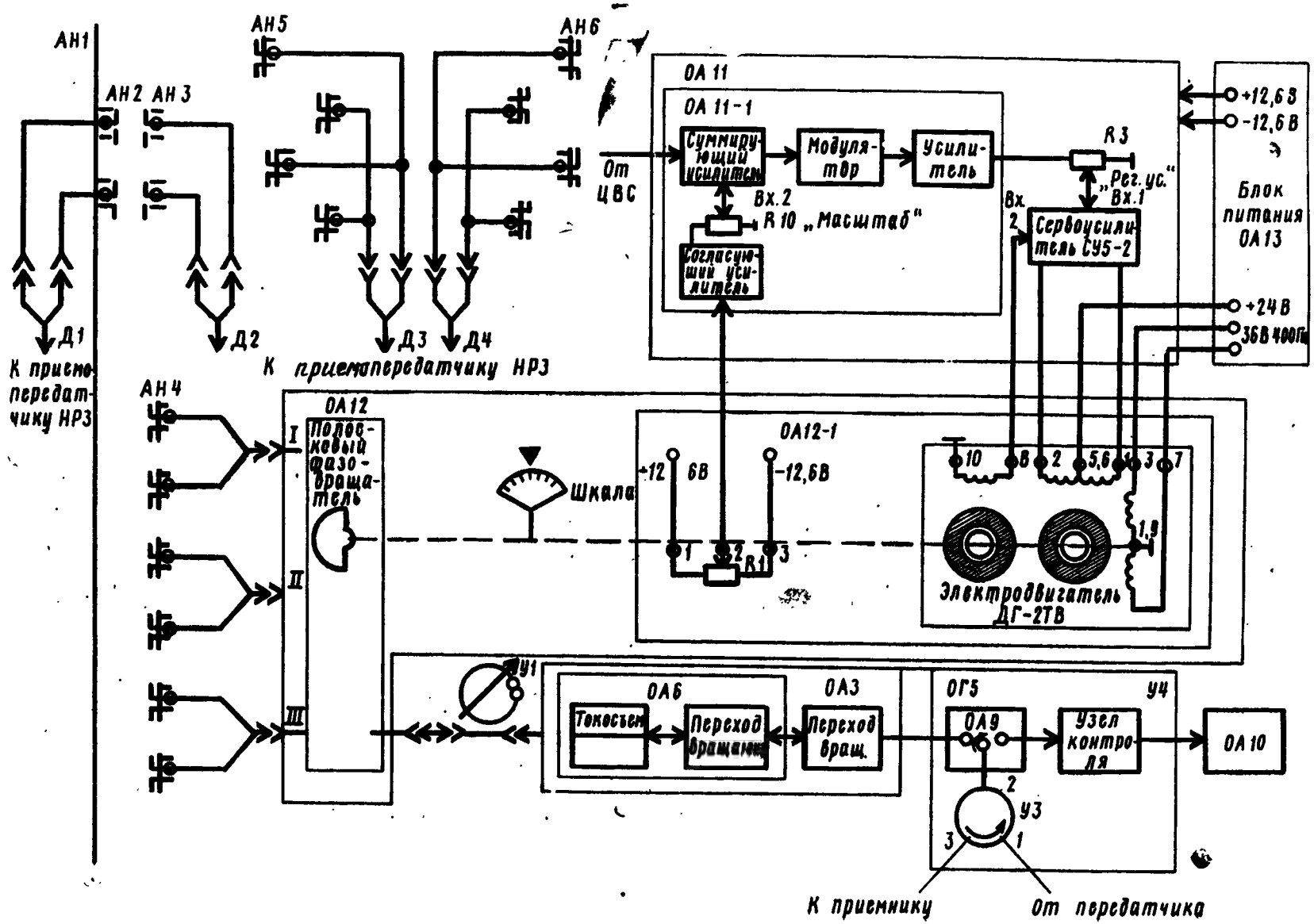


Рис. 2.3. Функциональная схема системы ОА

ля подается на модулятор, который преобразует его в переменное напряжение с частотой 400 Гц.

Сигнал ошибки усиливается и через переменный резистор R3 «Рег. ус.» подается на вход 1 сервоусилителя СУ5-2. Нагрузкой сервоусилителя СУ5-2 является управляющая обмотка электродвигателя ДГ-2ТВ. Электродвигатель через редуктор поворачивает движок переменного резистора R1 таким образом, чтобы сигнал ошибки на выходе суммирующего усилителя стремился к нулю. Одновременно поворачиваются и диэлектрические пластины фазовращателя, изменяется набег фаз в каналах I и III.

С выхода фазовращателя энергия по трем каналам поступает на облучатель радиолокационного канала АН4, состоящего из шести полосковых вибраторных излучателей, разнесенных в угломестной плоскости. В зависимости от фазовой задержки в каналах I и III фазовый фронт волны изменяет свое направление. Поэтому диаграмма направленности антенны в угломестной плоскости занимает определенное положение. Таким образом происходит стабилизация диаграммы направленности в угломестной плоскости при движении ЗСУ.

Энергия с облучателя попадает на зеркало, которое и формирует в пространстве диаграмму направленности. Зеркало антенны АН1 представляет собой часть параболического цилиндра. В азимутальной плоскости направленные свойства определяются фокусирующими свойствами параболического цилиндра, в угломестной плоскости — направленными свойствами облучателя.

Отраженные от цели эхо-сигналы, принятые антенной, проходят через полосковый фазовращатель резонатора У1, токосъемник, вращающиеся переходы, переключатель АНТЕННА — ЭКВИВАЛЕНТ и поступают на плечо 2 У-циркулятора.

При подаче энергии сигнала на У-циркулятор со стороны плеча 2 выходной сигнал появится на плече 3, а на плече 1 будет отсутствовать. С плеча 3 У-циркулятора эхо-сигналы поступают на вход приемной системы.

Система вращения, подъема и складывания антенны СВПС

Система вращения, подъема и складывания антенны СВПС предназначена для вращения антенны СОЦ и для автоматического перевода антенны из походного положения в боевое и обратно.

В состав системы входят два блока:

ОА3 — привод азимутального вращения;

ОА5 — блок управления.

В блоке ОА3 расположены редуктор азимутального вращения, редуктор подъема, механизм зажима антенной колонки в азимутальной плоскости в походном положении, приборный редуктор.

В блоке ОА5 расположены коммутационные элементы и реле времени.

В походном положении антенна СОЦ опущена и застопорена (зажата) в азимутальной плоскости.

Для перевода антенны из походного в боевое положение необходимо нажать кнопку-табло Б. СОЦ на блоке ОК1. После этого производится расстопорение антенны (отжим) и подъем антенны. После подъема антенны производится зажим антенны, т. е. стопорение стойки блока ОА3 в рабочем положении. Вращающаяся часть блока ОА3 расстопоривается, кнопка-табло Б. СОЦ подсвечивается. Подсветка кнопки-табло Б. СОЦ свидетельствует об окончании перевода антенны СОЦ из походого в боевое положение.

Вращение антенны включается нажатием кнопки-табло ВРАЩЕНИЕ, расположенной под крышкой на блоке ОК1.

Перед переводом антенны СОЦ из боевого в походное положение необходимо остановить вращение антенны, отжав кнопку-табло ВРАЩЕНИЕ на блоке ОК1.

Перевод антенны из боевого положения в походное производится после отжатия кнопки-табло Б. СОЦ на блоке ОК1. При этом если антенна находится не в зоне складывания, т. е. ее азимутальное положение относительно оси самохода не равно 175,5—181,5 град, то по команде из ЦВС производится доворот антенны на угол складывания. Включение доворота осуществляется с выдержкой времени 10 с. Эта выдержка необходима для полной остановки вращения антенны перед складыванием.

После того как антенна займет положение в зоне складывания, в течение 3 с осуществляется динамическое торможение, по окончании которого производятся стопорение вращающейся части блока ОА3, отжим антенны и ее опускание.

После окончания опускания и выдержки 1 с выключается привод редуктора подъема и опускания и включается механизм зажима. Блок ОА3 стопорится после зажима в азимутальной плоскости. Об окончании перевода антенны СОЦ из боевого в походное положение свидетельствует загорание сигнальной лампы П. СОЦ на передней панели блока ОК1.

В СВПС предусмотрена возможность перевода антенны СОЦ из походного положения в боевое и обратно вручную. В этом случае зажим и отжим, расстопорение и стопорение, подъем и опускание антенны производятся при помощи специального ключа. Ключом необходимо вращать соответствующие квадраты РАССТ.— ЗАСТОП., ЗАЖИМ — ОТЖИМ, ОПУСКАН.— ПОДЪЕМ, которые расположены на корпусе блока ОА3.

В блоке ОА3 расположены датчики ДВК У3 и У4, которые через дифференциал связаны с осью вращения антенны. Датчик У3 выдает в ЦВС текущее значение азимутального положения антенны $q^0_{нб}$. Датчик У4 выдает значение $q^0_{нб}$ в систему целеуказания ОД для определения азимута центра пачки цели.

2.4. ПРИЕМНАЯ СИСТЕМА ОП

Назначение и состав системы ОП

Приемная система ОП предназначена для преобразования и усиления эхо-сигналов до величины, обеспечивающей нормальную работу систем ОД, ОФ и ОИ.

Приемная система решает задачу путем двукратного преобразования частоты эхо-сигналов, их усиления, квадратурного фазового и амплитудного детектирования.

В состав приемной системы входят следующие блоки:

ОП1 — усилитель высокой частоты;

ОП2 — приемный блок.

Блоки приемной системы расположены в шкафу № 4.

Работа системы ОП по функциональной схеме

Функциональная схема системы ОП показана на рис. 2.4.

Приемная система ОП выполнена по схеме супергетеродинного приемника с двойным преобразованием частоты. Двойное преобразование частоты обеспечивает высококачественную защиту приемной системы от помех по зеркальным каналам приема.

Эхо-сигналы поступают на вход усилителя высокой частоты, выполненного на лампе бегущей волны типа УВ-117А.

Напряжения питания ЛБВ вырабатываются в субблоке ОП1—2. Режим работы ЛБВ устанавливается переменными резисторами «Уст. 400 В» и «Уст. нак», расположенными на шасси субблока ОП1—2.

Усиленные УВЧ эхо-сигналы на частоте f_0 через фильтр зеркальных частот, выполненный на параллельных стержнях, поступают на диодный смеситель для первого преобразования частоты. На второй вход диодного смесителя через фильтр поступают непрерывные колебания с частотой (f_0—166) МГц от задающего генератора системы ОГ. Эти колебания используются в качестве напряжения гетеродина.

С нагрузки диодного смесителя снимаются эхо-сигналы на первой промежуточной частоте $f_{пр1}=166$ МГц, которые через фильтр поступают на однокаскадный усилитель первой промежуточной частоты. Полосовой фильтр на спиральных линиях между первым смесителем и УПЧ подавляет сигналы на комбинационных частотах приема, обусловленные вторым преобразованием частоты.

После усиления на УПЧ эхо-сигналы поступают на вход транзисторного преобразователя первой промежуточной частоты на вторую. На второй вход преобразователя поступают непрерывные колебания с частотой $f=146{,}5$ МГц с кварцевого генератора, расположенного в субблоке ОП2—2.

С нагрузки второго преобразователя частоты эхо-сигналы на второй промежуточной частоте $f_{пр2}=19{,}5$ МГц поступают на двух-

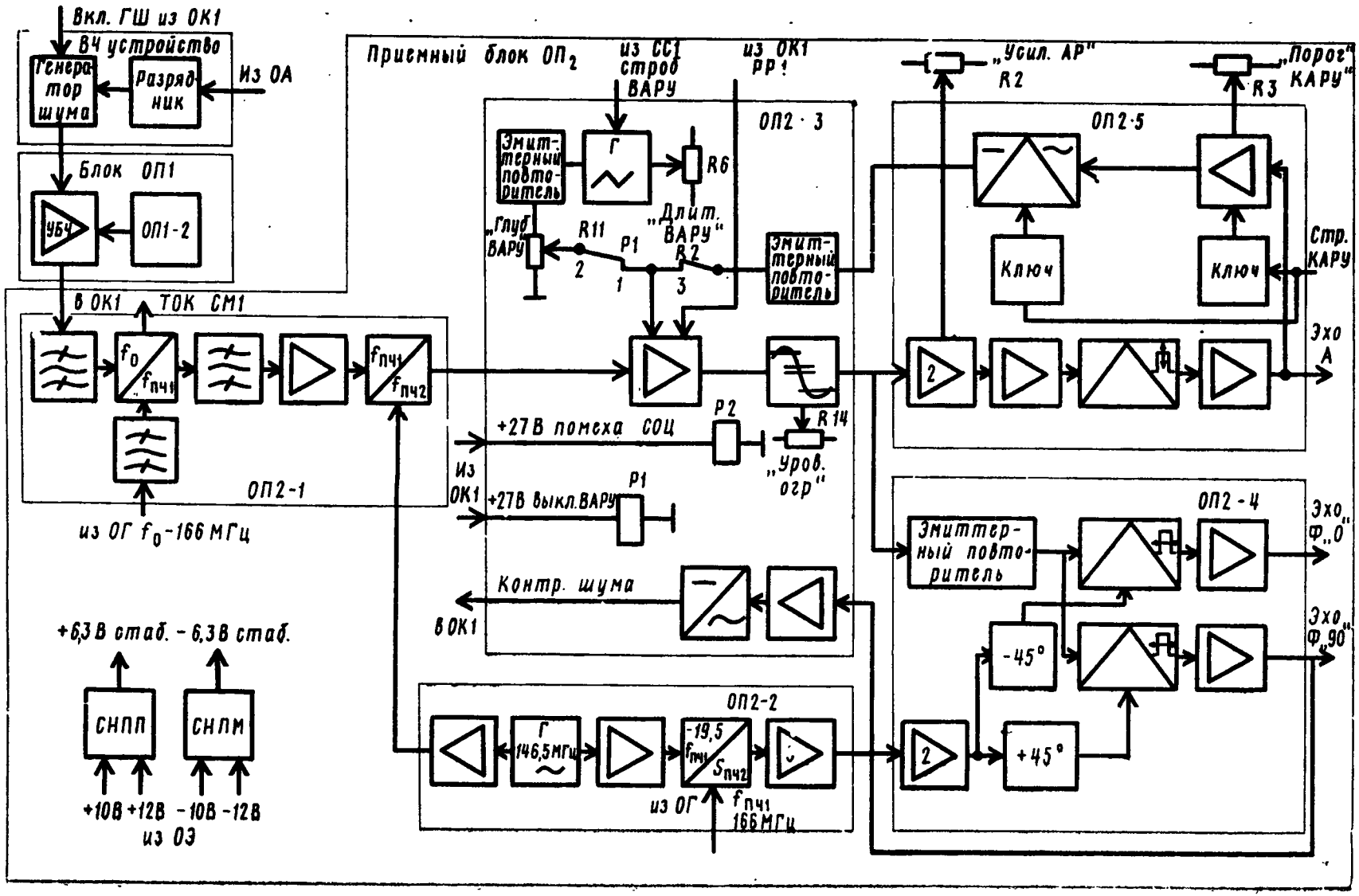


Рис. 2.4. Функциональная схема системы ОП

каскадный УПЧ субблока ОП2—3. Второй каскад УПЧ ограничивает выходной эхо-сигнал на определенном уровне, что необходимо для обеспечения нормальной работы фазовых детекторов. Уровень ограничения выходных сигналов устанавливается регулировкой тока второго каскада УПЧ при помощи переменного резистора «Уров. огр.».

После усиления эхо-сигналы поступают на субблок амплитудного детектора ОП2—5 и квадратурный фазовый детектор в субблоке ОП2—4.

Субблок ОП2—5 содержит трехкаскадный УПЧ, транзисторный амплитудный детектор и видеоусилитель. После амплитудного детектирования и усиления видеоимпульсы эхо-сигналов Эхо А поступают на индикатор кругового обзора (блок ОИ1).

Установка уровня шумов на выходе Эхо А производится регулировкой коэффициента усиления первых двух каскадов УПЧ субблока ОП2—5 при помощи переменного резистора «Усил. АР», движок которого выведен на переднюю панель блока ОП2.

Основным режимом работы СОЦ является режим СДЦ. В приемной системе ОП осуществляется когерентно-импульсная обработка эхо-сигналов. С целью борьбы со слепыми фазами в СОЦ реализована квадратурная система СДЦ. При этом используются два фазовых детектора, на которые подаются сдвинутые по фазе на 90 град опорные напряжения. В результате огибающая импульсов в одном из каналов оказывается промодулированной по закону синуса, а в другом — по закону косинуса. После каждого фазового детектора имеется свой подавитель пассивных помех. Сигналы на выходе подавителей суммируются.

В субблоке ОП2—4 эхо-сигналы через эмиттерный повторитель поступают на два диодных детектора. Опорное напряжение для фазового детектора формируется в смесителе субблока ОП2—2 из сигнала кварцевого генератора и непрерывного сигнала с частотой 166 МГц, поступающего из системы ОГ.

Начальная фаза этого напряжения связана с фазой излученного сигнала. После смесителя опорное напряжение усиливается трехкаскадным усилителем в субблоке ОП2—2 и двухкаскадным усилителем в субблоке ОП2—4. Усиленное опорное напряжение через RC цепь подается на балансные фазовые детекторы. RC цепь обеспечивает сдвиг фаз опорного напряжения на 90 град.

Квадратурные сигналы, полученные на выходах детекторов, усиливаются видеоусилителями и поступают в систему фильтровой СДЦ ОФ и в систему целеуказания ОД.

Коэффициент усиления приемной системы по каналам Эхо Ф «0» и Эхо Ф «90» устанавливается регулировкой усиления первого каскада УПЧ переменным резистором РРУ, расположенным на передней панели блока ОК1.

Для защиты приемной системы от перегрузок сигналами большой амплитуды, отраженными от объектов, находящихся на малых дальностях, используется временная автоматическая регули-

ровка усиления. Сущность ВАРУ заключается в изменении коэффициента усиления первого каскада УПЧ субблока ОП2—3 за счет подачи управляющего напряжения ВАРУ пилообразной формы на диоды, включенные в цепь эмиттера входного транзистора.

Включение ВАРУ производится нажатием кнопки-табло ВАРУ на передней панели блока ОК1.

Управляющее напряжение ВАРУ формируется транзисторным генератором пилообразного напряжения, запускаемым импульсом СТРОБ ВАРУ длительностью 13,3 мкс из системы синхронизации СС. Время воздействия ВАРУ регулируется переменным резистором «Длит. ВАРУ», расположенным в субблоке ОП2—3. Амплитуда напряжения регулируется переменным резистором «Глуб. ВАРУ».

Для исключения перегрузок приемного тракта активной шумовой помехой, принятой боковыми лепестками диаграммы направленности антенны, а также для обеспечения выдачи целеуказания по азимуту на постановщик помех по сигналу, принятому по основному лепестку, используется схема ключевой автоматической регулировки усиления.

Включение схемы КАРУ производится нажатием кнопки-табло ПОМЕХА СОЦ на передней панели блока ОК1. Схема КАРУ устанавливает постоянный коэффициент усиления первого каскада УПЧ субблока ОП2—3 на каждый период повторения. Уровень коэффициента усиления определяется уровнем помех в конце предыдущего периода повторения во время действия строба КАРУ.

Схема КАРУ расположена в субблоке ОП2—5 и содержит видеоусилитель, пиковый детектор с памятью и электронные ключи заряда и сброса. На вход видеоусилителя поступают эхо-сигналы и сигналы помехи с выхода амплитудного детектора (Эхо А). Видеоусилитель и пиковый детектор коммутируются при помощи электронных ключей заряда и сброса, на которые из системы синхронизации СС подается строб КАРУ длительностью 46 мкс.

Управляющее напряжение КАРУ, пропорциональное уровню помехи, через эмиттерный повторитель и контакты реле Р2 субблока ОП2—3 поступает на первый каскад УПЧ. Порог срабатывания КАРУ устанавливается переменным резистором «Порог КАРУ», расположенным на передней панели блока ОП2, таким образом, чтобы сигналы помехи, принятые по боковым лепесткам, не проходили через приемную систему. На экране индикатора будет наблюдаться один ярко засвеченный сектор, что позволит выдать целеуказание на ССЦ по азимуту на постановщик помех.

В системе ОП для установки рабочего уровня шумов и измерения коэффициента шума предусмотрена схема в субблоке ОП2—3, состоящая из усилителя и пикового детектора. Сигнал на вход усилителя поступает с выхода одного из фазовых детекторов. После усиления и детектирования постоянное напряжение, пропорциональное уровню шумов, измеряется стрелочным прибором

на блоке ОК1 в положении переключателя КОНТР. ШУМА. При измерении коэффициента шума нажатием кнопки-табло ГШ на блоке ОК1 включается генератор шума и на вход приемной системы подается калиброванное напряжение шумов.

2.5. СИСТЕМА ПОМЕХОЗАЩИТЫ ОФ

Назначение и состав системы ОФ

Система помехозащиты ОФ предназначена для выделения сигналов от целей и компенсации следующих видов помех:

создаваемых отражениями от местных предметов и метеообразований;

умышленных пассивных помех, создаваемых дипольными отражателями;

несинхронных импульсных помех, создаваемых соседними комплексами.

В состав системы ОФ входят два идентичных блока ОФ1, расположенные в шкафу № 3. Каждый блок ОФ1 состоит из следующих субблоков:

ОФ1—1 — субблок фильтровых каналов;
ОФ1—2 — распределитель импульсов;
ОФ1—3 — входное устройство;
ОФ1—4 — выходное устройство;
ОФ1—5 — субблок контроля;
ОФ1—6 — субблок коммутации;
ОФ1—7 — субблок чересперИодного вычитания;
ОФ1—8 — субблок выделения несинхронных импульсных помех.

Функциональная схема системы ОФ показана на рис. 2.5.

Работа системы ОФ по функциональной схеме

Система помехозащиты ОФ — многоканальная система селекции движущихся целей, обеспечивающая квадратурную обработку сигналов. Это достигается тем, что сигналы на входы блоков ОФ1 поступают с выхода фазового детектора системы ОП в квадратуре, а выходные сигналы блоков ОФ1 суммируются.

Система ОФ может работать в одном из двух режимов: первый — подавление сигналов пассивных помех фильтровой системой СДЦ; второй — подавление сигналов пассивных помех фильтровой системой СДЦ и несинхронных импульсных помех устройствами ЧПВ и НИП.

Первый режим — подавление сигналов пассивных помех фильтровой системой СДЦ, включается установкой органов управления СОЦ на блоке ОК1 в исходное положение. Вид сигналов показан на рис. 2.6.

Эхо-сигналы после фазового детектора приемной системы Эхо Ф «0» («90») через контакты 2—1 реле Р4, 2—1 реле Р7, 1—2 ре-

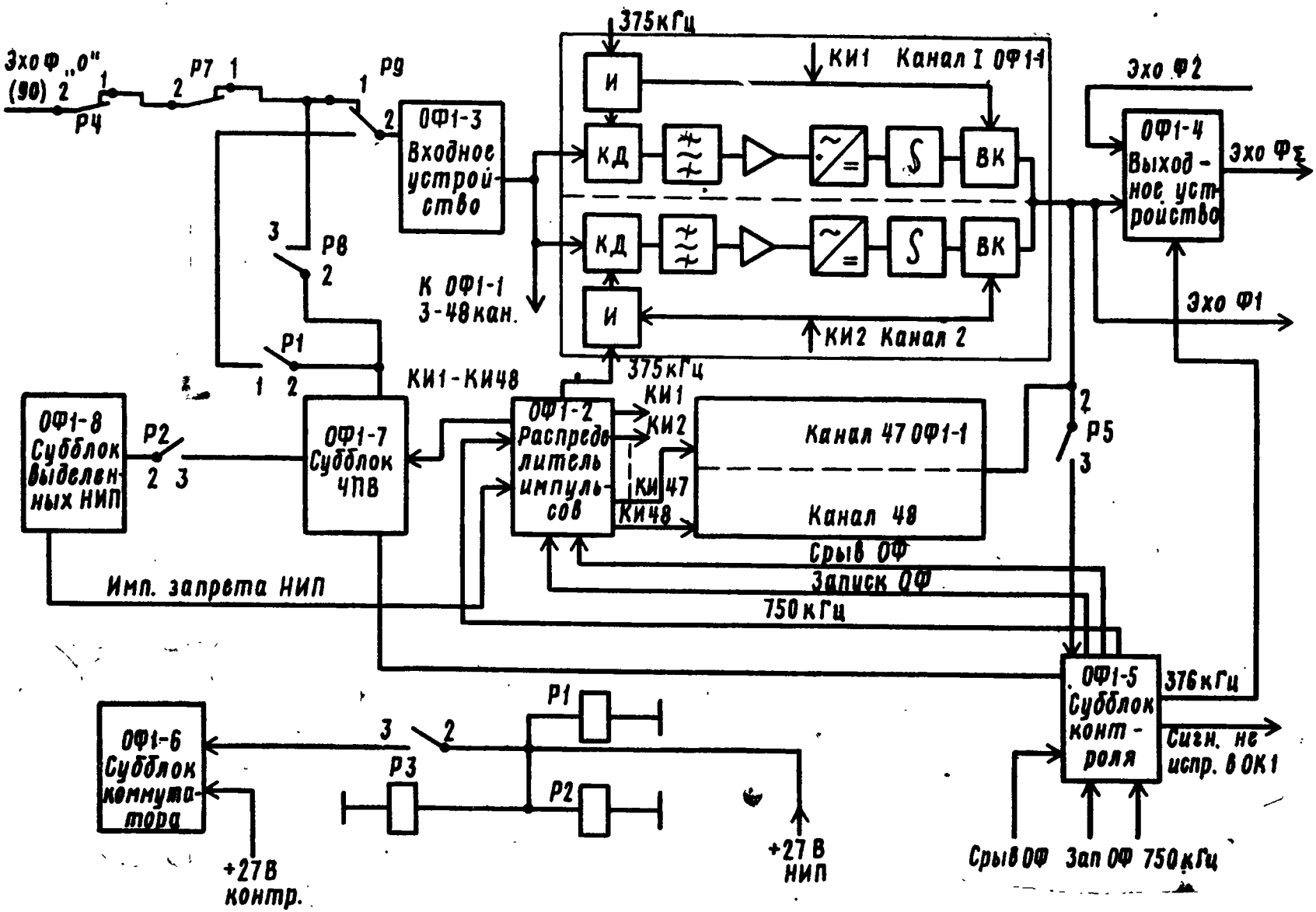


Рис. 2.5. Функциональная схема системы ОФ

ле Р9 подаются на входное устройство (субблок ОФ1—3). Входное устройство предназначено для согласования выхода фазового детектора с входом 48 фильтровых каналов, расположенных в 24 субблоках ОФ1—1.

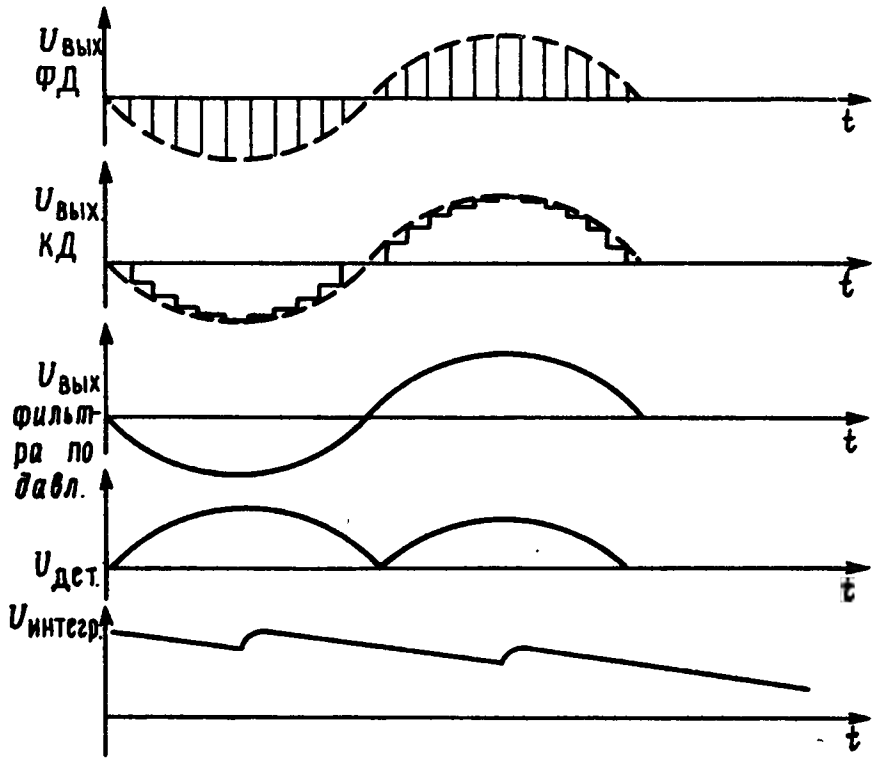


Рис. 2.6. Напряжения фильтрового канала ОФ

Каждый фильтровой канал осуществляет защиту от пассивных помех одного дискрета дальности 400 м. Последовательное подключение каналов осуществляется импульсами коммутации, подаваемыми с 48-разрядного сдвигающего регистра, расположенного в распределителе импульсов субблоке ОФ1—2. На вход субблока ОФ1—2 из системы синхронизации СС поступают импульсы, следующие с частотой 750 кГц. После деления по частоте на 2 эти импульсы с частотой 375 кГц поступают на 48-разрядный сдвигающий регистр, где используются как тактовые. Запуск регистра осуществляется импульсами ЗАПУСК ОФ, поступающими из системы синхронизации СС. В конце каждого периода повторения СОЦ, т. е. в конце всего защищаемого диапазона дальности, на регистр из системы синхронизации СС подается импульс СРЫВ ОФ, который переводит регистр в исходное нулевое состояние. С выхода регистра импульсы коммутации подаются последовательно на схемы совпадения «И» в каждом фильтровом канале. На второй вход схемы «И» поступают тактовые импульсы с частотой 375 кГц. При совпадении этих импульсов с импульсами коммутации открывается ключевой детектор КД. Таким образом, каждый фильтровой канал подключается к входу блока один раз за период повторения.

Ключевой детектор КД запоминает амплитудное значение сигнала на период повторения, т. е. преобразует дискретное напряжение в непрерывное, изменяющееся с частотой биений фазового детектора $F_б$. Выделенная ключевым детектором огибающая видеосигналов в виде ступенчатой синусоиды подается на фильтр подавления пассивных помех.

Фильтр подавления пассивных помех представляет из себя полосовой RC-фильтр, полоса пропускания которого лежит в пределах 500—3800 Гц. Левая граница полосы пропускания 500 Гц учитывает максимально возможную радиальную скорость перемещения облака дипольных отражателей под действием ветра (40 м/с). Правая граница полосы пропускания 3800 Гц соответствует $F_п/2$, т. е. оптимальной скорости цели.

Таким образом, фильтр пропускает сигнал, изменяющийся с частотой 500—3800 Гц, т. е. пропускает сигнал от движущейся цели и подавляет сигналы пассивных помех.

Сигнал от цели после фильтра усиливается, подвергается двухполупериодному детектированию, некогерентному накоплению на интеграторе и обратному восстановлению в импульсный сигнал. При такой обработке сигналов информация о дальности до целей сохраняется, так как ключевой детектор КД и выходной ключ ВК управляются одним и тем же импульсом коммутации.

Сигналы с выходов всех 48 каналов объединяются и подаются на выходное устройство ОФ1—4.

Выходное устройство осуществляет суммирование квадратурных сигналов Эхо Ф1 и Эхо Ф2.

Эхо Ф1 представляет собой объединенный сигнал 48 фильтровых каналов первого блока ОФ1, а Эхо Ф2 — объединенный сигнал 48 фильтровых каналов второго блока ОФ1.

С выхода субблока ОФ1—4 сигналы Эхо ФΣ подаются в систему индикации ОИ и в систему целеуказания ОД.

Второй режим — подавление сигналов пассивных помех фильтровой СДЦ и несинхронных импульсных помех устройствами ЧПВ и НИП, включается нажатием кнопки-табло НИП на блоке ОК1. При этом на реле в субблоке коммутации ОФ1—6 подается напряжение +27 В и реле срабатывают.

Основу субблока выделения несинхронных импульсных помех составляют полусумматор и сдвигающий регистр, выполняющий роль линии задержки импульсов на период повторения. Импульсы от НИП не совпадают по времени в соседних периодах повторения. Поэтому в случае наличия в том или ином дискрете дальности несинхронной импульсной помехи на выходе субблока ОФ1—8 появляется сигнал, запрещающий выдачу тактовых импульсов частотой 375 кГц на схему совпадения «И» соответствующего фильтрового канала. Таким образом, ключевой детектор того фильтрового канала, где имеется НИП, не откроется и помеха на выходе системы ОФ будет отсутствовать.

Если же сигнал НИП совпадает в одном дискрете дальности с пассивной помехой, то схема защиты от НИП может не срабо-

тать. Поэтому эхо-сигналы с выхода фазового детектора приемной системы ОП Эхо Ф «0» («90») через контакты 2—1 Р4, 2—1 Р7, 3—2 Р8 подаются на субблок чересперио́дного вычитания ОФ1—7, где на схеме ЧПВ производится подавление сигналов пассивных помех перед подачей эхо-сигналов на схему подавления НИП.

Кроме того, эхо-сигналы через контакты реле Р1 и Р9 подаются на вход субблока ОФ1—3 и проходят обработку, аналогичную первому режиму.

Контроль исправности системы ОФ осуществляется с помощью субблока ОФ1—5. При этом проверяется качество работы системы по подавлению сигналов пассивных помех и качество работы по пропусканию сигналов от движущихся целей.

Для проверки качества работы системы по подавлению сигналов пассивных помех необходимо переключатель КОНТРОЛЬ на блоке ОК1 поставить в положение ПОДАВЛ, а для проверки качества работы по пропусканию сигналов от движущихся целей переключатель необходимо установить в положение ПЕРЕДАЧА.

В случае если число фильтровых каналов, не обеспечивающих требуемый уровень подавления помех и пропускания сигналов, будет больше семи, на выходе субблока ОФ1—5 формируется сигнал неисправности, который выдается в блок ОК1 и светодиод ОФ1—I (ОФ1—II) на передней панели блока загорается.

2.6. СИСТЕМА ЦЕЛЕУКАЗАНИЯ ОД

Назначение и состав системы

Система целеуказания ОД предназначена для измерения дальности и азимута выбранной командиром цели, автоматического сопровождения цели по дальности и выдачи значений дальности и азимута цели с точностью, достаточной для перевода ССЦ в режим автосопровождения.

В состав системы ОД входят следующие блоки:

ОД1 — измерения дальности и азимута;

ОД2 — измерения скорости и обнаружения пачки эхо-сигналов;

ОЦ2 — ручного целеуказания.

Блоки ОД1 и ОД2 расположены в шкафу № 3. Блок ОЦ2 находится справа от сиденья командира на стенке башни.

Работа системы ОД по функциональной схеме

Функциональная схема системы ОД показана на рис. 2.7.

Система целеуказания ОД может работать в одном из трех режимов:

1. Режим ручного целеуказания.
2. Режим автоматического целеуказания.
3. Режим БЦ (ближней цели).

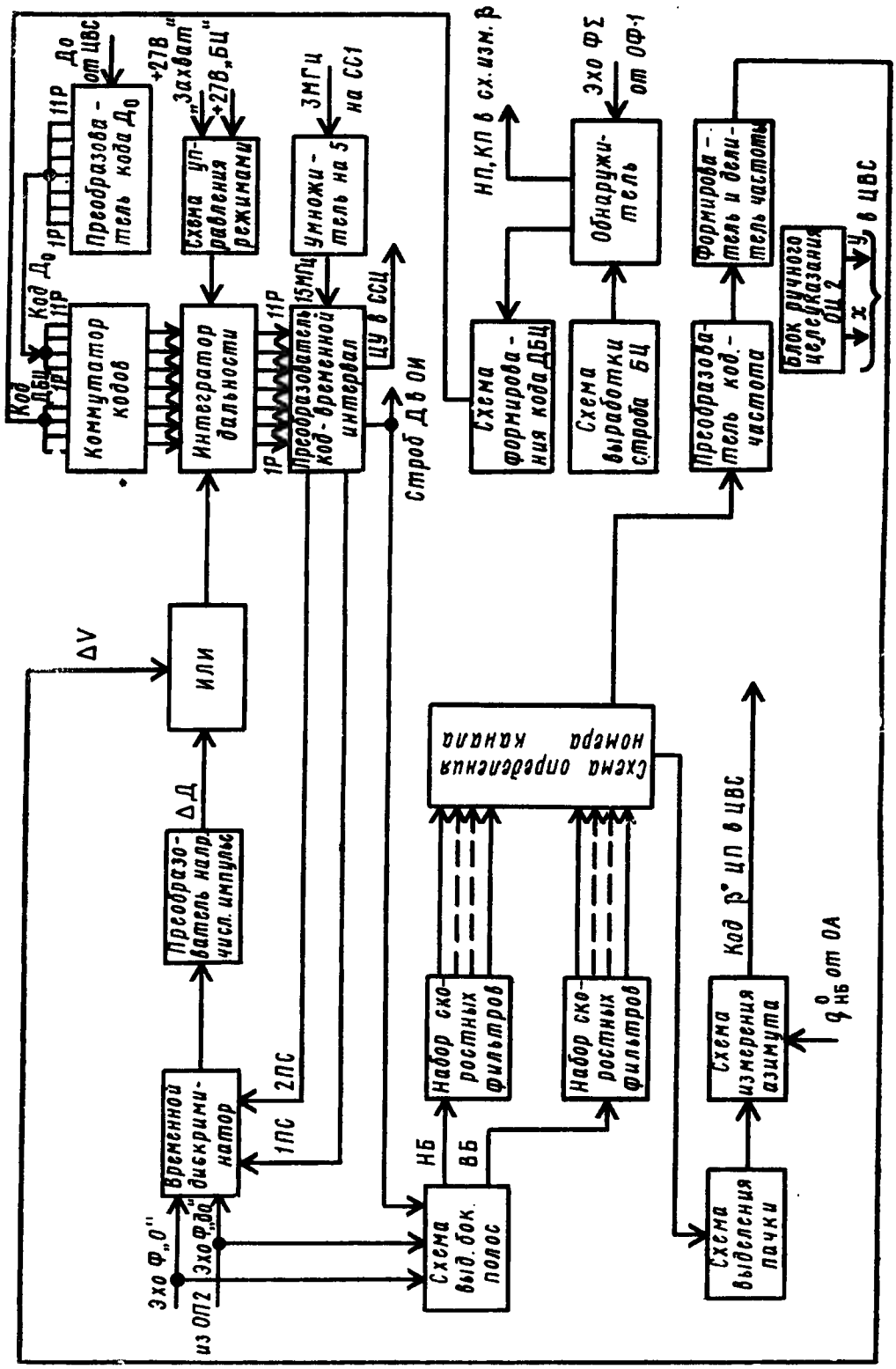


Рис. 2.7. Функциональная схема системы ОД

Режим ручного целеуказания включается после нажатия кнопки-табло ЦУ-0 на блоке ОК1. В этом режиме командир совмещает на индикаторе кругового обзора маркер целеуказания с серединой отметки от цели. Управление маркером осуществляется путем перемещения кнюппеля по опорному диску блока ручного целеуказания ОЦ2. Координаты положения маркера соответствуют координатам X и Y, снимаемым с датчиков преобразователей «Вал — код» блока ОЦ2. Из блока ручного целеуказания ОЦ2 прямоугольные координаты X и Y поступают в ЦВС 1А26, где преобразуются в сферические $Д^0$ и β^0. Значение азимута β^0 используется для выведения антенны ССЦ в направлении на цель.

Дальность $Д^0$ в виде последовательного двоичного кода поступает из ЦВС в систему ОД на преобразователь кода $Д^0$, где преобразуется из последовательного двоичного кода в параллельный. Параллельный двоичный код $Д^0$ через коммутатор кодов подается на интегратор дальности.

Цифровой интегратор дальности представляет собой реверсивный счетчик, работающий в режиме накопления. С выхода интегратора дальности 11-разрядный параллельный код дальности поступает на преобразователь «Код — временной интервал», формирующий подвижные импульсы, временное положение которых пропорционально коду дальности.

Преобразователь «Код — временной интервал» представляет собой набор счетчиков и дешифраторов. Счетные импульсы с частотой 5 МГц на преобразователь подаются с умножителя на 5.

Частота следования счетных импульсов обеспечивает дискретность работы преобразователя 10 м. В качестве опорных импульсов на умножитель на 5 подаются импульсы с частотой 3 МГц, поступающие из системы синхронизации СС.

С выхода преобразователя «Код — временной интервал» снимается импульс ЦУ, временное положение которого пропорционально коду дальности, записанному в интегратор дальности. Импульс ЦУ подается в систему дальности ССЦ СД, где используется для вывода подвижного строба на цель.

Кроме того, преобразователь «Код — временной интервал» формирует два полустроба и строб $Д$. Полустробы 1ПС и 2ПС поступают на временной дискриминатор. Временное положение стыка полустробов соответствует коду дальности. Подвижный строб $Д$ подается на схему выделения боковых полос и в систему индикации ОИ. В системе индикации ОИ строб $Д$ используется для формирования метки маркера на индикаторе кругового обзора.

При движении цели в ручном режиме целеуказания командир постоянно «подслеживает» положение маркера на ИКО таким образом, чтобы он совпадал с серединой отметки от цели. При этом код дальности на выходе интегратора дальности будет изменяться, а следовательно, будет изменяться и положение всех подвижных импульсов на выходе преобразователя «Код — временной интервал».

Режим автоматического целеуказания включается нажатием кнопки ЗАХВАТ на рукоятке блока ОЦ2 после совмещения маркера с отметкой от цели. После перехода системы в режим автоматического целеуказания на передней панели блока ОК1 загорается светодиод СОПР. ОД.

Сущность режима автоматического целеуказания заключается в постоянном изменении кода $Д$ в интеграторе дальности на величину, пропорциональную изменению дальности до цели. Задача получения поправки кода $Д$ решается временным дискриминатором и устройством измерения скорости.

На вход временного дискриминатора поступают эхо-сигналы с выхода квадратурного фазового детектора приемной системы Эхо Ф «0» и Эхо Ф «90». Временной дискриминатор защищен от пассивных помех фильтровой СДЦ.

Каждый из сигналов Эхо Ф «0» и Эхо Ф «90» обрабатывается в двух фильтровых каналах, где подавляются сигналы от пассивных помех.

Коммутация фильтровых каналов осуществляется импульсами полустробов 1ПС и 2ПС. Кроме того, эхо-сигналы Эхо Ф «0» и Эхо Ф «90» обрабатываются в двух фильтровых каналах схемы выделения боковых полос с коммутацией этих каналов стробом $Д$. Сигналы с выхода этих каналов используются для измерения радиальной скорости цели.

После подавления сигналов от пассивных помех во временном дискриминаторе вырабатывается напряжение сигнала ошибки. Величина этого напряжения пропорциональна смещению эхосигнала цели от стыка полустробов, а полярность зависит от направления этого смещения.

Сигнал ошибки с выхода временного дискриминатора поступает на преобразователь «Напряжение — число импульсов», который формирует сигнал ошибки по дальности в виде числа импульсов. Количество импульсов в единицу времени будет пропорционально временному рассогласованию стыка полустробов и эхосигнала цели. Импульсы сигнала ошибки $\Delta Д$ через схему «ИЛИ» подаются на реверсивный счетчик интегратора дальности и производят поправку кода дальности.

Между двумя последовательными облучениями цели через схему «ИЛИ» на интегратор дальности поступают импульсы поправки по скорости ΔV. Этим самым осуществляется сопровождение цели по дальности с учетом запомненной скорости.

В системе ОД обеспечивается однозначное измерение радиальной скорости цели в пределах $F_п$ за счет выделения верхней ВБ и нижней НБ боковых составляющих спектра сигнала.

Эхо-сигналы Эхо Ф «0» и Эхо Ф «90» после ДОГ в виде ступенчатой синусоиды с частотой Доплера подаются на схему выделения боковых полос, которая включает в себя два фазовращателя и сумматор. Выделение верхней ВБ и нижней НБ боковых полос осуществляется за счет различий в фазовых спектрах сигналов. Если частота Доплера больше $F_п/2$, то сигнал присутству-

ет на выходе ВБ, а если меньше $F_п/2$, то на выходе НБ. Сигналы НБ и ВБ поступают на 24 узкополосных доплеровских фильтра. Фильтрам присваивается сквозная нумерация с 1 по 24, причем большему номеру соответствует большая радиальная скорость цели. Если сигнал прошел через узкополосной доплеровский фильтр, то на выходе данного фильтрового канала вырабатывается логическая единица.

В схеме определения номера канала вырабатывается параллельный двоичный код, соответствующий радиальной составляющей скорости цели, поступающий на преобразователь «Код — частота». С выхода преобразователя снимается последовательность импульсов, частота следования которых пропорциональна радиальной скорости цели.

Полученная последовательность импульсов через схему «ИЛИ» подается на реверсивный счетчик интегратора дальности и производит поправку кода дальности в промежутках между двумя последовательными облучениями цели.

В режиме автоматического целеуказания в системе ОД производится измерение азимута цели (азимута центра пачки). Для этого на схему измерения азимута подается пачка цели с блока измерения скорости ОД2. Кроме пачки цели на схему измерения азимута подается код текущего азимутального положения антенны СОЦ с датчика «Вал — код», расположенного в антенной колонке СОЦ.

В схеме измерения азимута вырабатываются импульсы начала пачки НП и конца пачки КП и фиксируется значение кода азимута в момент выработки импульсов начала пачки и конца пачки. Значения кода начала пачки $q_{нач}$ и кода конца пачки $q_{кон}$ подаются на сумматор, где вычисляется среднеарифметическое значение кода, соответствующее азимуту центра пачки импульсов, отраженных от цели:

$$q^{0}_{цп} = \frac{q_{нач} + q_{кон}}{2}.$$

Код центра пачки подается в ЦВС, где сравнивается с кодом, определяющим положение антенны ССЦ по азимуту. В результате сравнения в ЦВС вырабатывается сигнал рассогласования, который подается в систему управления антенной ССЦ и обеспечивает наведение ее на цель по азимуту.

Режим БЦ (ближней цели) включается нажатием кнопки-табло БЦ на блоке ОК1. Сущность режима БЦ заключается в переходе в режим автоматического целеуказания по первой появившейся в зоне обнаружения СОЦ цели на дальности от 3000 до 10 000 м.

При включении режима БЦ на обнаружитель подаются эхосигналы с выхода фильтровой системы СДЦ Эхо фΣ. Обнаружитель БЦ стробируется стробом БЦ длительностью 46,6 мкс (3—10 км). При наличии на входе обнаружителя пачки эхо-сигналов, отраженных от внезапно появившейся цели, он вырабатывает им-

пульсы начала пачки НП и конца пачки КП. С помощью этих импульсов управляется счетчик схемы формирования кода $Д_{бц}$. С выхода схемы формирования снимается код «грубой» дальности, который через коммутатор кодов записывается в интегратор дальности. Кроме того, импульсы $НП_{бц}$ и $КП_{бц}$ используются для грубого определения скорости и азимута по первой пачке.

По импульсу $КП_{бц}$ формируется команда, которая выключает обнаружитель БЦ после прохождения первой пачки, и, начиная со второй пачки, система ОД переходит в режим автоматического целеуказания.

Контроль исправности системы целеуказания ОД производится при помощи встроенной системы контроля, которая включается нажатием кнопок-табло КОНТР и КОНТР ОД2 на передней панели блока ОК1. О выходе из строя одного из блоков системы сигнализирует загорание светодиодов ОТКАЗ ОД1 и ОТКАЗ ОД2 на блоке ОК1.

2.7. СИСТЕМА ИНДИКАЦИИ ОИ

Система индикации ОИ предназначена для отображения воздушной обстановки в зоне обзора СОЦ.

Конструктивно система ОИ расположена в блоке индикатора кругового обзора ОИ1.

Функциональная схема системы ОИ показана на рис. 2.8.

На экране индикатора кругового обзора отображаются радиально-круговая развертка, маркер ЦУ, отметки сигналов общего или гарантированного опознавания (ОО или ГО), отметки от целей. Вид ИКО показан на рис. 1.6, *а*.

В блоке ОИ используется электронно-лучевая трубка с электромагнитным управлением. Для создания на экране трубки радиально-круговой развертки необходимо на отклоняющую систему подавать пилообразные импульсы тока, амплитуда которых промодулирована по закону синуса и косинуса угла поворота антенны. Для подсвета прямого хода развертки необходимо на модулятор электронно-лучевой трубки подавать положительные прямоугольные импульсы подсвета.

Особенностью системы ОИ является то, что радиально-круговая развертка и метка маркера ЦУ отображаются при помощи одного луча. Для этого производится коммутация каналов системы. Каждый тридцать второй период повторения импульс коммутации запрещает формирование радиально-круговой развертки и разрешает формирование метки маркера ЦУ.

Для формирования радиально-круговой развертки на вход фильтров низкой частоты поступают из ЦВС напряжения, пропорциональные синусу и косинусу угла поворота антенны СОЦ,— напряжения $\sin \beta^0$ и $\cos \beta^0$. После фильтрации напряжения подаются на коммутаторы sin и cos соответственно. Кроме напряжений $\sin \beta^0$ и $\cos \beta^0$ на коммутаторы sin и cos из ЦВС подаются напряжения $\sin \beta^c$ и $\cos \beta^c$. Эти напряжения пропорциональны

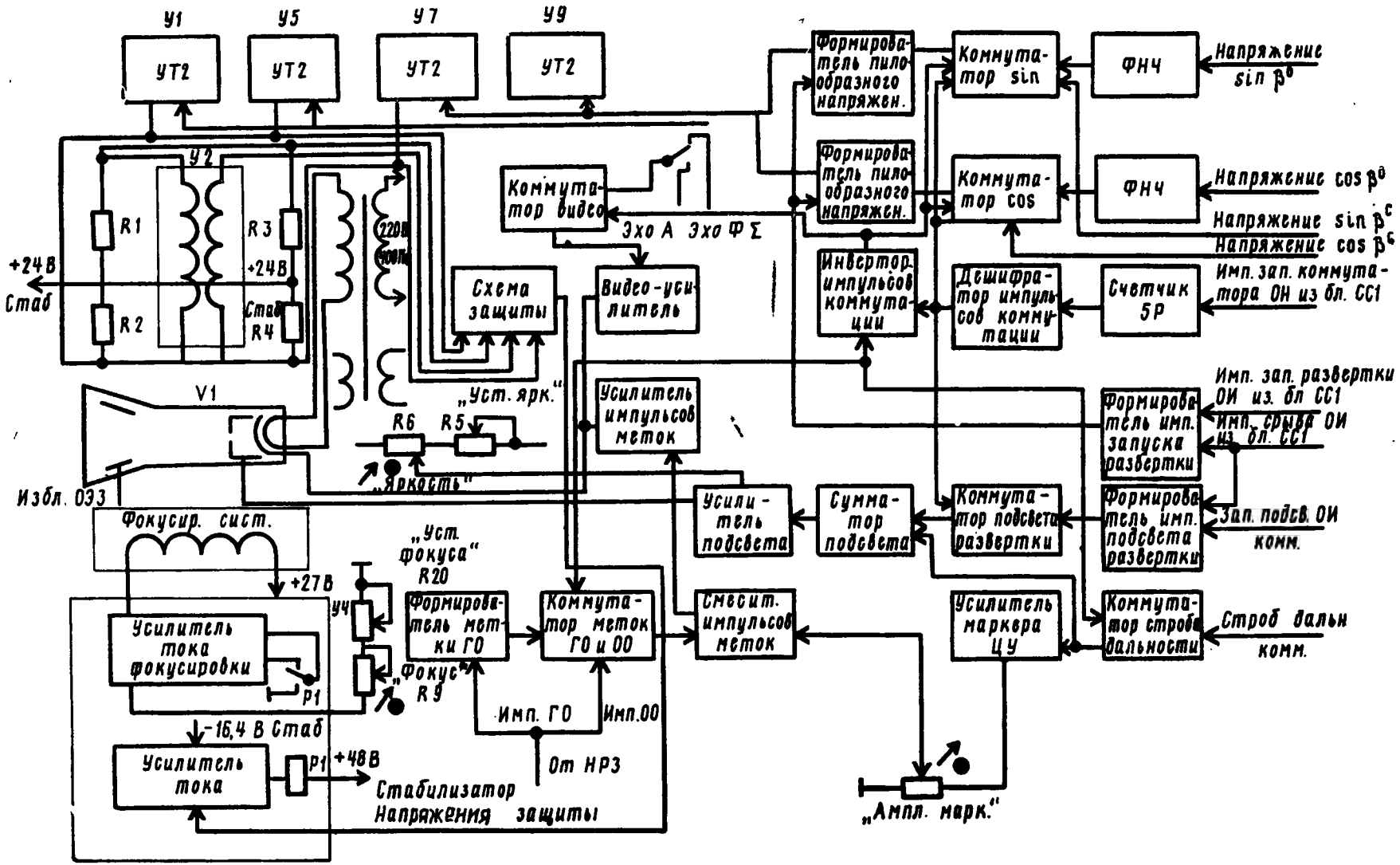


Рис. 2.8. Функциональная схема системы ОИ

азимутальному положению кнюппеля на блоке целеуказания ОЦ2 до перехода системы ОД в режим автосопровождения и пропорциональны sin и cos угла поворота антенны ССЦ после перехода системы ОД в режим автосопровождения. Напряжения $\sin \beta^c$ и $\cos \beta^c$ определяют положение маркера ЦУ на экране индикатора.

Управление коммутаторами sin и cos осуществляется импульсами коммутации, которые вырабатываются в канале формирования импульсов коммутации. Один раз в тридцать два периода повторения через коммутаторы на формирователи пилообразного напряжения пройдут напряжения $\sin \beta^c$ и $\cos \beta^c$ и луч на экране ЭЛТ отклонится в ту точку, где должен быть маркер ЦУ. Все остальное время через коммутаторы на формирователи пилообразного напряжения будут проходить напряжения $\sin \beta^0$ и $\cos \beta^0$ и на экране ЭЛТ будет формироваться радиально-круговая развертка.

Формирователи пилообразного напряжения вырабатывают пилообразные импульсы, амплитуда которых промодулирована по закону синуса и косинуса угла поворота антенны СОЦ. Формирователи открываются на время действия импульсов запуска развертки, поступающих от формирователя импульсов запуска развертки. Таким образом, длительность пилообразных импульсов равна длительности импульсов запуска развертки, которые формируются из импульсов запуска развертки и импульсов срыва ОИ, поступающих из системы синхронизации.

Полученные в формирователях пилообразные импульсы поступают на координатные усилители тока У1, У5, У7, У9, нагрузкой которых являются отклоняющие катушки У2.

Импульсы подсвета прямого хода развертки вырабатываются в канале подсвета развертки дальности. Формирователь импульсов подсвета развертки вырабатывает прямоугольные импульсы, передний фронт которых совпадает с импульсом запуска подсвета ОИ, а задний фронт — с импульсом срыва ОИ. Коммутатор подсвета развертки не пропускает на сумматор подсвета каждый тридцать второй импульс подсвета. В это время на сумматор подсвета пройдет импульс подсвета маркера ЦУ с выхода коммутатора строба дальности. Строб дальности поступает из системы целеуказания ОД.

После сумматора подсвета импульсы усиливаются усилителем подсвета и с его выхода подаются на модулятор электронно-лучевой трубки. Предварительная и оптимальная установка яркости изображения на экране ИКО производится переменными резисторами «Уст. ярк.» и «Яркость» соответственно. Регулировка «Яркость» находится на передней панели блока ОИ1.

Коммутирующие импульсы, управляющие работой других каналов, вырабатываются в канале формирования импульсов коммутации. Для этого на вход 5-разрядного счетчика поступают импульсы запуска коммутации ОИ из системы синхронизации. Счет-

чик выдает на дешифратор каждый тридцать второй импульс. На выходе дешифратора получается отрицательный импульс коммутации, а на выходе инвертора — положительный. Полученные импульсы используются для переключения схем коммутации в других каналах блока.

Для отображения маркера ЦУ строб дальности после коммутатора строба подается на усилитель маркера ЦУ и после усиления — на смеситель импульсных меток. Яркость маркера на ИКО устанавливается переменным резистором «Ампл. марк.», выведенным на переднюю панель блока ОИ1.

Импульсы ГО поступают из НРЗ 1РЛ138 на формирователь метки ГО, где происходит расширение длительности импульса для различия на индикаторе меток ГО и ОО. Импульсы ГО или ОО поступают на коммутатор, который не пропускает эти метки в видеотракт во время формирования маркера ЦУ. С коммутатора импульсы ГО и ОО подаются на смеситель импульсных меток, а с него — на усилитель импульсных меток.

Эхо-сигналы Эхо ФΣ или Эхо А в зависимости от режима работы СОЦ поступают на коммутатор видео. Коммутатор не пропускает эхо-сигналы в видеотракт во время формирования маркера ЦУ. С выхода коммутатора видео эхо-сигналы подаются на видеоусилитель, имеющий общую нагрузку с усилителем импульсных меток. После усиления все импульсные сигналы подаются на катод ЭЛТ.

Усилитель тока У4 предназначен для получения стабильного тока, протекающего через фокусирующую катушку. Переменными резисторами «Уст. фокуса» и «Фокус» производится предварительная и оптимальная фокусировка изображения на экране. Регулировка «Фокус» находится на передней панели блока ОИ1.

Схема защиты предназначена для исключения выгорания люминофора ЭЛТ при отсутствии напряжений развертки. Импульсы обратного хода развертки с отклоняющей системы поступают на схему защиты. В случае пропадания отклоняющего тока напряжение на выходе этой схемы имеет низкий уровень. Реле Р1, которое является нагрузкой усилителя, обесточивается и своими контактами разрывает цепь питания усилителя тока фокусировки. Это приводит к расфокусировке светящегося пятна на экране ЭЛТ и обеспечивает защиту люминофора от прожога.

2.8. НАЗЕМНЫЙ РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ ЗАПРОСЧИК НРЗ 1РЛ138

Наземный радиолокационный запросчик НРЗ 1РЛ138 предназначен для опознавания воздушных и надводных целей и определения их государственной принадлежности.

Конструктивно НРЗ состоит из следующих блоков и изделий:

47510100 — приемопередающее устройство;

У0070100 — шифрирующе-дешифрирующее устройство и анализатор ответных сигналов;

6110-21 — засекречивающее устройство;
55С — шифрирующе-дешифрирующее устройство;
55Я — блок питания;
55М — датчик времени;
6110-40 — устройство ввода;
55Х — блок питания.

Функционально в составе НРЗ можно выделить следующие основные устройства:

передающее устройство III диапазона;
передающее устройство VII диапазона;
фидерное устройство III диапазона;
фидерное устройство VII диапазона;
приемное устройство III диапазона;
приемное устройство VII диапазона;
устройство шифрации и контроля;
дешифрирующее устройство;
устройство анализа ответных сигналов;
засекречивающее устройство.

Основные характеристики НРЗ:

зона опознавания — не менее зоны обнаружения СОЦ на всех высотах;

диапазон рабочих частот — обеспечивает работу в III (на частоте f_1) и VII (запрос на частоте f_4, ответ на частотах f_2 и f_3) частотных диапазонах;

помехозащищенность — обеспечивает подавление сигналов, излучаемых и принимаемых боковыми лепестками, подавление НИП.

Структура запросных и ответных сигналов

В настоящее время на вооружении Советской Армии и Военно-Морского Флота находится единая система радиолокационного опознавания «Пароль».

Система «Пароль» обеспечивает опознавание объектов по различным направлениям: земля — самолет, корабль — самолет, самолет — самолет, берег — корабль, самолет — корабль, корабль — корабль, самолет — земля, корабль — берег.

В состав системы «Пароль» применительно к направлению земля — самолет входят наземные радиолокационные запросчики НРЗ, сопряженные с РЛС, и самолетные радиолокационные ответчики СРО, размещенные на воздушных объектах.

Наземный радиолокационный запросчик 1РЛ138, сопряженный с РЛС 1РЛ144, может работать в III или VII частотном диапазоне системы «Пароль» в режиме 1 или 2.

Частотный диапазон III используется как переходной на период замены системы опознавания «Кремний-2М» системой «Пароль». В III диапазоне сохранены рабочий диапазон частот,

структура запросных и ответных сигналов, режимы работы системы «Кремний-2М». В этом диапазоне НРЗ может работать только в режиме 1 — режиме общего неимитостойкого опознавания ОО.

В VII частотном диапазоне НРЗ 1РЛ138 может работать как в режиме 1, так и в режиме 2. Режим 2 — это режим имитостойкого, гарантированного опознавания ГО.

Вид запросных и ответных сигналов показан на рис. 2.9.

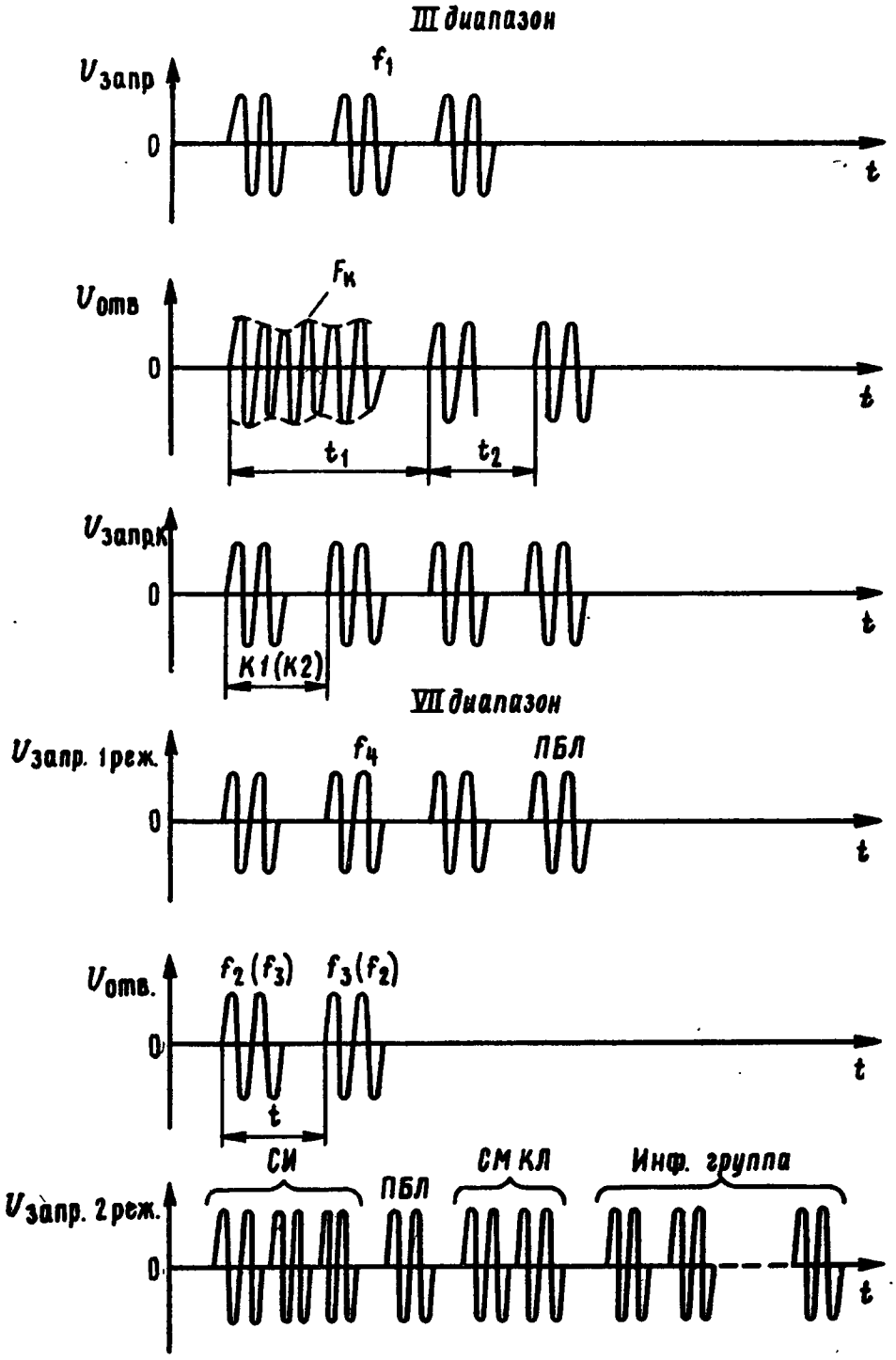


Рис. 2.9. Вид запросных и ответных сигналов

Запросный сигнал в режиме 1 III частотного диапазона состоит из трех импульсов одинаковой длительности на частоте f_1 и не имеет никакой кодировки. Ответный сигнал общего опознавания в режиме 1 III диапазона состоит из импульса, модулированного по амплитуде напряжением кодовой частоты (модуляция типа АМИ), и двух немодулированных (гладких) импульсов с временным разносом t_1, t_2. В системе «Пароль» используются 6 значений кодовой частоты из 12 системы «Кремний-2М», т. е. коды АМИ № 2, 3, 4, 5, 6, 7, и 6 значений временного разноса гладких импульсов.

Для повышения имитостойкости при работе в III диапазоне используется дополнительный контрольный запрос. В этом режиме к трем запросным импульсам добавляется четвертый, опережающий их по времени. Самолетный радиолокационный ответчик закрывается контрольным импульсом, и наличие ответного сигнала будет свидетельствовать о его имитации противником.

Запросный сигнал в режиме 1 VII диапазона состоит из трех импульсов одинаковой длительности на частоте f_4. Кроме того, в состав запросного сигнала входит специальный импульс подавления боковых лепестков (ПБЛ) по каналу запроса («на передачу»). Ответный сигнал в режиме 1 VII диапазона состоит из двух импульсов одинаковой длительности на частотах f_2 и f_3 (прямой код) или f_3 и f_2 (обратный код). Временной разнос между импульсами может принимать три значения как для прямого, так и для обратного кода. Таким образом, при работе в режиме 1 VII диапазона имеется шесть различных ответных кодов.

Запросный сигнал при работе в режиме 2 VII диапазона кодируется с помощью специального засекречивающего устройства и изменяется в каждом периоде повторения. Он имеет в своем составе импульсы синхрогруппы, подавления боковых лепестков, смены ключей шифрования, информационной группы.

Импульсы синхрогруппы служат для синхронизации работы СРО и подготовки его к приему запросного сигнала. Импульсы информационной группы представляют собой число в двоичном коде и содержат информацию о том, каким должен быть код ответного сигнала. Число, представляемое информационной группой, изменяется по случайному закону в каждом периоде повторения. Обработка случайного числа осуществляется по специальному правилу в соответствии с установленным ключом шифрования, одинаковым в НРЗ и СРО. Ключи шифрования периодически меняются.

Таким образом, в режиме 2 — режиме гарантированного опознавания — код ответного сигнала определяется информационной группой запросного сигнала. Наличие большого числа запросных кодов и сменяемых ключей шифрования делает практически невозможным разгадывание закономерности смены запросных, а следовательно, и ответных кодов.

Ответный сигнал в режиме 2 VII диапазона аналогичен сигналу в режиме 1, но временной разнос может принимать по 8 разных значений для прямого и обратного кодов.

Работа НРЗ 1РЛ138

Структурная схема НРЗ показана на рис. 2.10.

Включение питания на НРЗ осуществляется одновременно с включением СОЦ с блока ОК1 или отдельно с местного пульта управления У0070100 включением тумблеров МЕСТНОЕ ПИТ. и МЕСТНОЕ УПР. Управляющие напряжения команд включения диапазонов, режимов работы, а также команды «Запрос» поступают также от блока ОК1 или местного пульта управления.

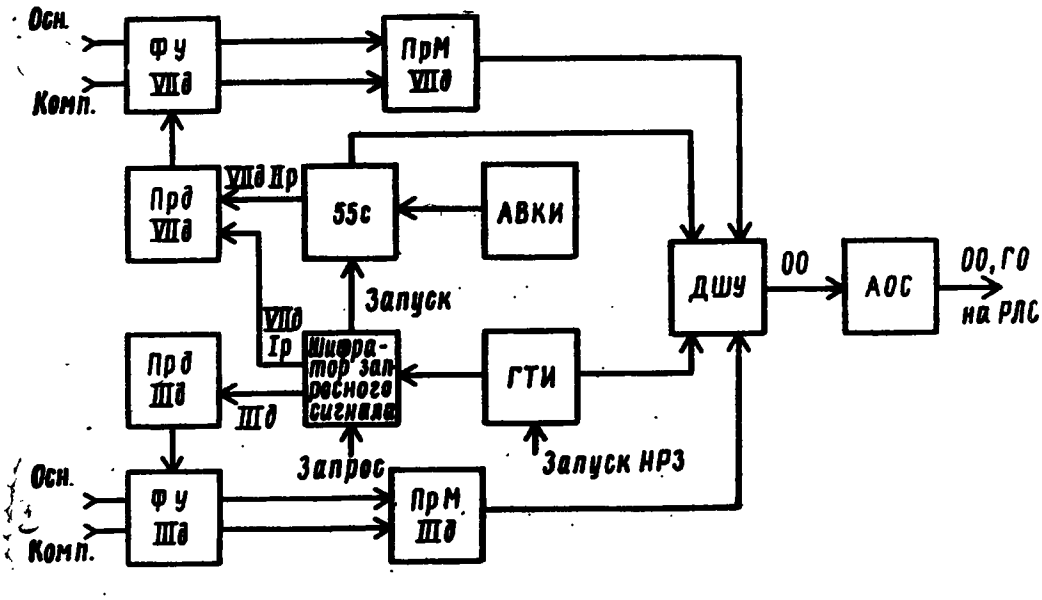


Рис. 2.10. Структурная схема НРЗ

НРЗ работает при внешнем (от РЛС) или внутреннем запуске. Внутренний запуск используется при проверках и настройке НРЗ.

В режиме внешнего запуска от РЛС на НРЗ поступает импульс запуска, опережающий запуск ИКО РЛС на 157 мкс. Упреждение необходимо для компенсации времени задержки при обработке запросных и ответных сигналов с целью привязки по дальности выходных сигналов НРЗ к эхо-сигналам РЛС.

Импульс внешнего запуска поступает в устройство шифрации и контроля, которое состоит из генератора тактовых импульсов и шифратора запросных и контрольных сигналов. Генератор тактовых импульсов в каждом периоде повторения импульсов запуска вырабатывает высокостабильные последовательности тактовых импульсов.

С приходом тактовых импульсов в зависимости от установленного на блоке ОК1 режима работы НРЗ шифратор запросных сиг-

налов вырабатывает видеоимпульсы запросных кодов в режиме 1 работы III и VII диапазонов и режиме контрольного опознавания III диапазона. Кроме того, вырабатываются импульсы запуска засекречивающего устройства в режиме 2 работы VII диапазона.

Видеоимпульсы запросных кодов III и VII диапазонов поступают на запуск модуляторов передающих устройств III и VII диапазонов. В режиме 2 VII диапазона видеоимпульсы запросного кода поступают на модулятор передающего устройства VII диапазона от блока 55С засекречивающего устройства.

Передающие устройства III и VII диапазонов предназначены для формирования высокочастотных запросных сигналов. С выхода передающих устройств высокочастотные запросные сигналы поступают в фидерные устройства III и VII диапазонов соответственно.

Фидерные устройства III и VII диапазонов предназначены для передачи высокочастотных запросных сигналов от передающих устройств к антеннам и передачи ответных сигналов от облучателей антенн к приемным устройствам.

Облучатели антенн НРЗ совмещены с антенной системой СОЦ. Фидерные устройства III и VII диапазонов имеют облучатели основного и компенсационного каналов.

Благодаря наличию основного и компенсационного облучателей, а также двухканальному построению приемных устройств в НРЗ 1РЛ138 осуществляется подавление сигналов боковых лепестков диаграммы направленности антенны на передачу и прием в VII диапазоне и только на прием в III диапазоне.

Запросные сигналы излучаются основными облучателями. Через компенсационный облучатель фидерного устройства VII диапазона излучается импульс подавления боковых лепестков (импульс ПБЛ).

Коэффициент направленного действия компенсационной антенны выбирается таким, чтобы он был во всех направлениях выше уровня боковых лепестков основной антенны.

При работе в направлении главного лепестка уровень сигналов в основной антенне всегда больше уровня сигналов в компенсационной, а при работе в направлении боковых лепестков — наоборот.

Самолетный радиолокационный ответчик принимает сигнал от основной и компенсационной антенн и производит анализ соотношения амплитуд запросных сигналов и импульса ПБЛ. Если амплитуда запросных сигналов, излученных основной антенной, превышает амплитуду импульса ПБЛ, излученного компенсационной антенной, что соответствует приему сигналов в направлении главного лепестка диаграммы направленности антенны НРЗ, ответчик вырабатывает ответные сигналы. В противном случае, что соответствует приему сигналов в направлении боковых лепестков, ответчик не излучает ответные сигналы.

Ответные сигналы, принимаемые облучателями основного и компенсационного каналов, через фидерное устройство поступают на два входа приемного устройства III или VII диапазона соответственно.

Приемные устройства III и VII диапазонов предназначены для преобразования, усиления ответных сигналов и подавления сигналов, принятых с направления боковых лепестков.

В приемном устройстве производится сравнение амплитуд принятых сигналов. Если уровень сигнала в основном канале превышает уровень сигнала в компенсационном канале, что соответствует приему основным лепестком, то сигнал проходит через приемник. В случае приема ответного сигнала с направления боковых лепестков уровень сигнала в основном канале ниже уровня сигнала в компенсационном канале и сигнал на выходе приемного устройства будет отсутствовать.

С выхода приемного устройства III или VII диапазона видеоимпульсы ответных сигналов подаются на дешифрирующее устройство.

Дешифрирующее устройство предназначено для дешифрации ответных сигналов в режиме 1 III диапазона и в режимах 1 и 2 VII диапазона. В основу принципа дешифрации ответных сигналов положен метод приведения всех импульсов ответного сигнала к концу временной базы путем задержки их в дешифраторе. Время задержки импульсов ответного сигнала определяется управляющими напряжениями признаков ответных кодов ПОК, поступающих в режиме 1 обоих диапазонов с пульта управления в зависимости от положения переключателей, устанавливаемых командиром в соответствии с расписанием действия кодов.

В режиме 2 VII диапазона признаки ответных кодов, соответствующие излученным запросным сигналам, поступают от засекречивающего устройства.

При правильном ответном коде дешифрирующее устройство формирует сигнал общего опознавания ОО, свидетельствующий о том, что принятый ответный код соответствует действующему по расписанию.

В режиме 2 VII диапазона в дешифрирующем устройстве производится также анализ попытки имитации ответных кодов противником.

Устройство анализа имитации запрещает формирование сигналов ОО в дешифрирующем устройстве, если в ответном сигнале есть хотя бы один ложный импульс на определенной позиции временной базы ответного сигнала.

При отсутствии имитации сигналы ОО с дешифрирующего устройства поступают в анализатор ответных сигналов АОС, где производятся статистическая обработка ответных сигналов общего опознавания и формирование сигнала гарантированного опознавания ГО при работе НРЗ в режиме 2 VII диапазона.

С выхода АОС сформированные сигналы общего или гарантированного опознавания поступают на вход РЛС.

2.9. ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ СОЦ И НРЗ

Все оперативные органы управления и контроля СОЦ и НРЗ расположены на передней панели блока ОК1 (рис. 2.11). К ним относятся:

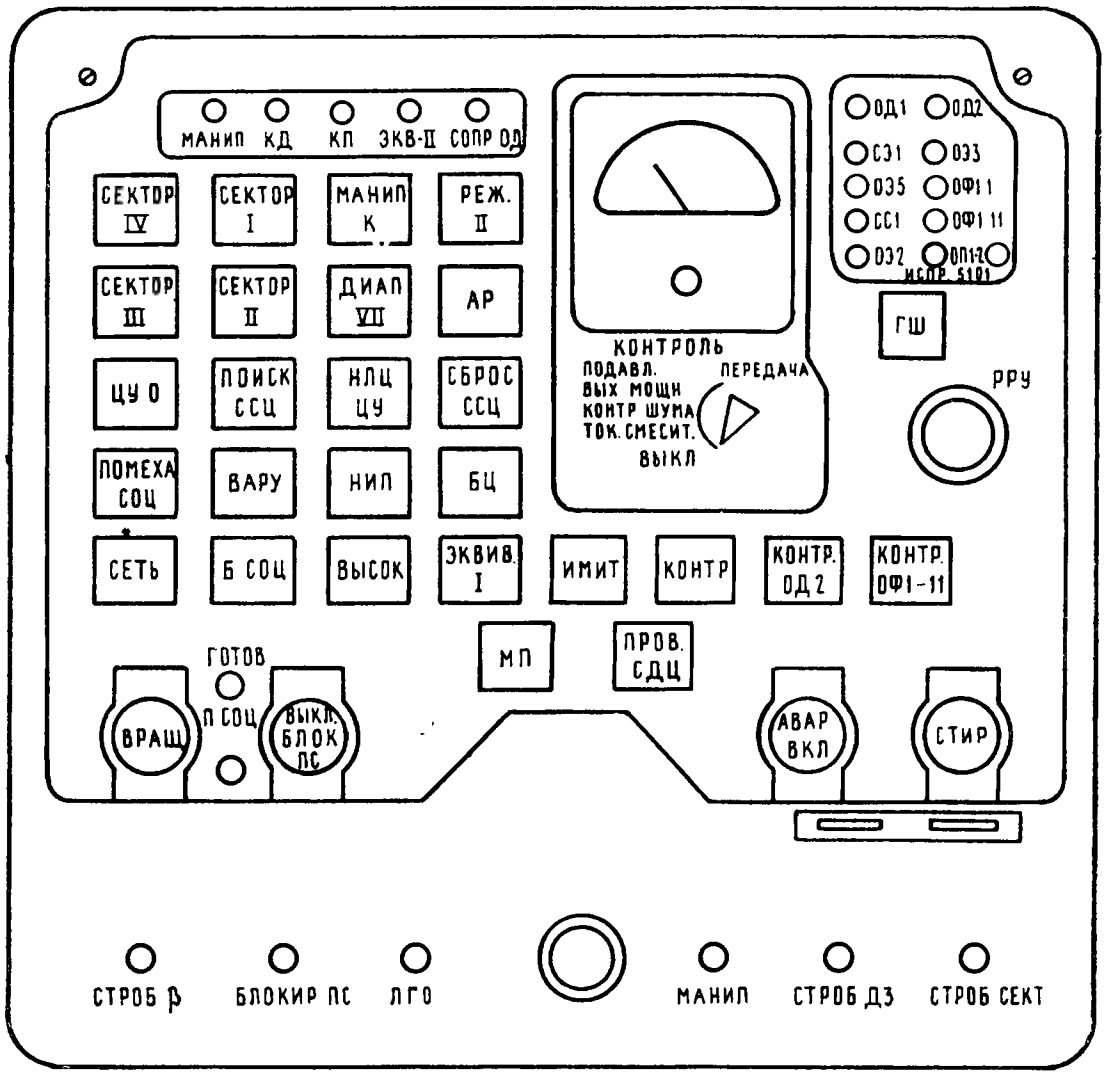


Рис. 2.11. Передняя панель блока ОК1

кнопка-табло СЕТЬ — для подачи напряжений питания СОЦ и НРЗ;

кнопка-табло Б. СОЦ — для перевода антенной колонки СОЦ из походного положения в боевое и обратно;

кнопка-табло ВЫС — для включения высоковольтного выпрямителя системы ОГ;

кнопка-табло ЭКВИВ. I — для переключения выхода передатчика ОГ на эквивалент антенны;

кнопка-табло ПОМЕХА СОЦ — для включения схемы КАРУ в системе ОП;

кнопка-табло ВАРУ — для включения схемы ВАРУ в системе ОП;

кнопка-табло НИП — для включения режима подавления несинхронных импульсных помех в системе ОФ;

кнопка-табло БЦ — для включения режима «Ближняя цель» в системе ОД;

кнопка-табло ЦУ-О — для включения режима работы «Целеуказание от СОЦ»;

кнопка-табло ПОИСК ССЦ — для включения режима «Секторный поиск ССЦ»;

кнопка-табло НЛЦ-ЦУ — для включения системы управления антенной ССЦ в режим сопровождения низколетящих целей;

кнопка-табло СБРОС ССЦ — для выключения любого режима работы ССЦ;

кнопка-табло СЕКТОР I (II, III, IV) — для включения запроса цели в одном из секторов I, II, III или IV;

кнопка-табло МАНИП. К — для включения режима контрольного опознавания в НРЗ;

кнопка-табло ДИАП. VII — для включения НРЗ в VII диапазоне;

кнопка-табло РЕЖ. II — для включения режима гарантированного опознавания НРЗ;

кнопка-табло АР — для выключения режима СДЦ и включения амплитудного режима работы СОЦ;

кнопка-табло ВРАЩЕН. — для включения вращения антенны СОЦ;

кнопка-табло ВЫКЛ. БЛОКИР. ПС — для отключения схемы выработки сигнала блокировки цепей стрельбы и пуска ракет по сигналу гарантированного опознавания;

кнопка-табло АВАР. ВКЛ. — для экстренного включения питания СОЦ и НРЗ;

кнопка-табло СТИРАН. — для стирания ключевой информации из засекречивающего устройства НРЗ;

кнопка-табло ИМИТ. — для включения имитатора ответного сигнала в VII диапазоне НРЗ;

кнопка-табло КОНТР. — для включения режима контроля в системах ОД и ОФ;

кнопка-табло КОНТР. ОД2 — для включения режима контроля блока ОД2;

кнопка-табло КОНТР. ОФ1-II — для включения режима контроля блока ОФ1-II;

кнопка-табло МП — для выключения схемы измерения радиальной скорости в системе ОД при выдаче целеуказания по местному предмету;

кнопка-табло ПРОВ. СДЦ — для включения принудительной фазовой модуляции сигнала в блоке ОП1 при проверках СДЦ;

кнопка-табло ГШ — для включения генератора шума при проверке системы ОП;

ручка РРУ — для ручной регулировки усиления приемной системы ОП;

переключатель КОНТРОЛЬ — для коммутации измерительного прибора при контроле системы СОЦ;

светодиод КД — для индикации «Код действующий» в НРЗ;

светодиод КП — для индикации «Код последующий» в НРЗ;

светодиод МАНИП. — для индикации включения запроса в НРЗ;

светодиод СОПР. ОД — для индикации о переходе системы ОД в режим автосопровождения;

светодиоды ОЭ1, ОЭ2, ОЭ3, ОЭ5, ОП1—2, ОД2, ОФ1-I, ОФ1-II, СС — для индикации о неисправности соответствующих блоков;

светодиод ИСПР. 5101 — для индикации исправности приемопередатчика НРЗ;

сигнальная лампа П. СОЦ — для сигнализации о походном положении антенны СОЦ;

сигнальная лампа ГОТОВ — для сигнализации о срабатывании реле времени.

Глава 3

СТАНЦИЯ СОПРОВОЖДЕНИЯ ЦЕЛЕЙ ССЦ

3.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ССЦ

Назначение и состав

Радиолокационная станция сопровождения целей предназначена для точного определения текущих координат β^c, ε^c, D^c цели, выбранной командиром для поражения, и выдачи их в цифровой форме в ЦВС 1А26. При стрельбе ракетами ССЦ используется в качестве станции передачи команд.

В состав ССЦ входят следующие системы и отдельные блоки:
передающая система СГ;
антенно-волноводная система СА;
приемная система СП;
система помехозащиты (СДЦ) СФ;
система измерения дальности СД;
система управления и стабилизации антенны СУ;
система индикации СИ;
система синхронизации СС;
система коммутации СК;
система встроенного контроля СВК;
система вторичных источников питания СЭ;
блок СЦ1;
распределительный щит РЩ-1.

Конструктивно системы ССЦ выполнены в виде блоков, расположенных в шкафах № 1 и 2 и антенной колонке СА 1. Система синхронизации СС и распределительный щит РЩ-1 являются общими для всей РЛС 1РЛ144. СК и СВК размещены во всех системах ССЦ и конструктивно входят в их состав.

Основные тактико-технические характеристики

Станция сопровождения целей является когерентно-импульсным радиолокатором, работающим в сантиметровом диапазоне волн.

Дальность захвата цели на автосопровождение в режиме ЦУ-0 с вероятностью 0,9: в амплитудном режиме — 13 км; в режиме СДЦ — 10 км.

Дальность захвата цели из режима секторного поиска: в амплитудном режиме — 8 км; в режиме СДЦ — 7 км.

Срединная ошибка измерения дальности — 10 м.

Срединная ошибка измерения угловых координат для текущей дальности менее 2000 м — 3,5 д. у.

Разрешающая способность при автосопровождении: по дальности — 75 м; по угловым координатам — 2 град.

Импульсная мощность передатчика — 100 кВт.

Длительность зондирующих импульсов — 0,2—0,3 мкс.

Частота повторения ССЦ: постоянная — 3750 Гц; с вобуляцией — 2500—3750 Гц.

Ширина диаграммы направленности антенны: по азимуту — 1,8 град; по углу места — 2 град.

Промежуточная частота — 60 МГц.

Максимальные угловые скорости сопровождения: по азимуту — 70 град/с; по углу места — 45 град/с.

ССЦ защищена от ответных помех, уводящих по дальности и угловым координатам, и пассивных помех.

Потребляемая мощность: от трехфазной сети 220 в 400 Гц — до 12 кВт; по цепи ±27 В — 1,5 кВт.

Взаимодействие систем по структурной схеме

Структурная схема ССЦ показана на рис. 3.1. Включение ССЦ, выбор режимов работы и управление станцией осуществляются с

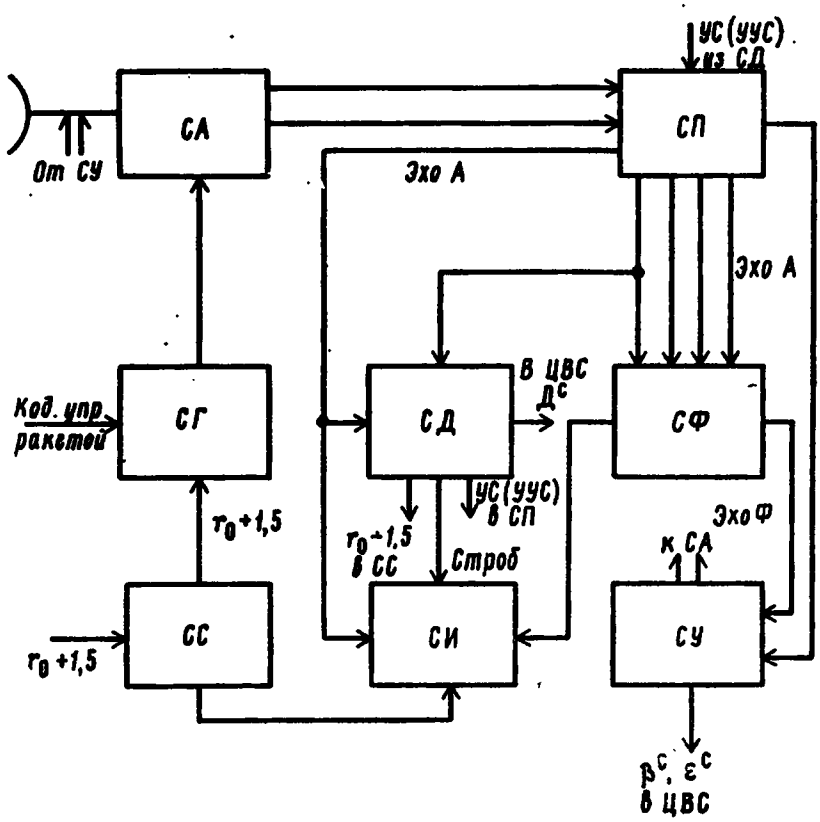


Рис. 3.1. Структурная схема ССЦ

пульта управления, расположенного на передних панелях блоков СИ1, СИ2, СУ5. ССЦ может работать в одном из трех режимов целеуказания. Основным является режим ЦУ-0.

ССЦ работает в двух режимах: амплитудном и СДЦ. Каждый из этих режимов может использоваться при поиске и автосопровождении цели. Синхронизация работы всех систем осуществляется импульсами, вырабатываемыми в системах СС и СД.

На передающую систему СГ поступают импульсы запуска $\tau_0+1{,}5$ мкс, где τ_0 — временное положение первичного синхронизирующего импульса. Импульсы вырабатываются в системе СД и подаются на СГ через систему СС с частотой 3750 Гц в режиме «Штатный» и 2500—3750 Гц в режиме «Вобуляция». На запуск разверток индикаторов СИ1 и СИ2 поступают из системы СС импульсы дистанции длительностью 133 мкс. На запуск развертки точной дальности блока СИ2 из системы СД поступают импульсы строба длительностью 6,7 мкс. Вид индикаторов ССЦ показан на рис. 1.6.

С приходом импульсов запуска передающая система вырабатывает мощные зондирующие импульсы, которые через волноводный тракт передаются к антенне и излучаются в пространство. При поиске цели используется растровый облучатель, ДНА сканирует в секторе 15 град по углу места.

Отраженные от цели сигналы принимаются антенной и подаются на вход первого канала приемной системы. Системы СА и СП имеют по два канала. Возможно использование в поисковом режиме и второго канала.

В приемной системе происходит преобразование радиоимпульсов СВЧ в радиоимпульсы промежуточной частоты, усиление на промежуточной частоте и преобразование в видеоимпульсы на амплитудном детекторе. Усиленные видеоимпульсы от всех целей, находящихся в зоне ДНА, подаются на индикаторы СИ, где отображаются в виде яркостной и амплитудной отметок. Видеоимпульсы подаются также в систему СД для автозахвата цели при переходе на автосопровождение.

Защита индикаторов ССЦ от пассивных помех осуществляется путем КГИ обработки сигналов в сочетании с ЧПК. КГИ обработка осуществляется на фазовом детекторе приемной системы. ЧПК на двух потенциалоскопах с высокочастотным съемом системы СФ.

В режиме автосопровождения цели излучение и прием отраженных сигналов осуществляются моноимпульсным облучателем, который на передачу формирует суммарную ДНА, а на прием — суммарную и две разностных по β и ε. Исходя из обеспечения защиты КУА от пассивных помех сигналы, принятые разностными ДНА, преобразуются в модуляторе в радиоимпульсы СВЧ, промодулированные с частотой ГОН. Это необходимо для того, чтобы не потерять информацию об угловом положении цели при когерентно-импульсной обработке. В фазе модулирующего напряжения заложена информация о направлении, а в глубине моду-

ляции — о величине отклонения цели относительно равносигнального направления.

Для обеспечения работы СД и СИ на них в режиме автосопровождения подаются сигналы от целей с первого канала СП. Основу системы СД составляет цифровой дальномер. Перед переходом на автосопровождение осуществляется захват цели. Схемное построение СД обеспечивает захват цели в пределах ±300 м относительно визира на развертке точной дальности. Значение дальности в двоичном коде подается в ЦВС.

Для защиты от УОП в ССЦ применяется компенсационный метод, который предполагает двухканальное построение систем СА и СП. С выходов СА снимаются радиоимпульсы СВЧ, противофазно модулированные с частотой ГОН. Эти сигналы преобразуются в радиоимпульсы промежуточной частоты и усиливаются УПЧ. Один из УПЧ стробируется УС (УСС) и открывается только на время прихода сигналов от цели, выбранной для автосопровождения. Выбор цели осуществляется путем совмещения визиров на развертках дальности с отметкой от цели. В дальнейшем радиоимпульсы промежуточной частоты преобразуются в видеоимпульсы, усиливаются и подаются на детекторы огибающей. ДОГ преобразуют видеоимпульсы в пульсирующие напряжения, которые после логарифмирования подаются на схемы вычитания. Применение схем логарифмирования и вычитания обеспечивает подавление УОП. С выхода системы СП снимается и подается в СУ напряжение сигнала ошибки с $F_{ск}=63$ Гц. Антенна разворачивается в направлении на цель. Напряжение сигнала ошибки становится равным нулю. Значения β^c и ε^c в цифровой форме с датчиков вал — код системы СУ подаются в ЦВС.

Защита КУА от пассивных помех осуществляется путем КГИ обработки в сочетании с применением полосовых фильтров. КГИ обработка производится на четырех квадратурных фазовых детекторах. В каждом канале по два детектора. Применение квадратурных фазовых детекторов обеспечивает защиту от слепых фаз. Фильтры имеют полосу прозрачности (250+1875) Гц и размещены в СФ. В режиме СДЦ защита от УОП осуществляется аналогично амплитудному, но логарифмические усилители и схема вычитания находятся в СФ.

По каналу автодальномера используется фазовый детектор первого канала СП. Фильтры, имеющие ту же полосу прозрачности, находятся в СД.

3.2. ПЕРЕДАЮЩАЯ СИСТЕМА СГ

Назначение и состав

Передающая система предназначена для генерирования зондирующих импульсов и кодовых групп электромагнитной энергии сверхвысокой частоты, а кодовые группы служат для передачи команд управления на ракету.

Конструктивно система СГ состоит из следующих блоков:
СГ1 — модулятора-генератора;
СГ2 — высоковольтного выпрямителя;
СГ3 — тиристорного регулятора;
СГ4 — блока управления.
Блоки передающей системы расположены в шкафу № 1.

Работа по функциональной схеме

Функциональная схема системы СГ показана на рис. 3.2.

Импульсы запуска передатчика из СС положительной полярности $\tau = 1$ мкс и амплитудой около 20 В поступают на катодный повторитель. В промежутках между импульсами запуска лампы усилителя, блокинг-генератора и модулятора закрыты отрицательными напряжениями на управляющих сетках. Модулятор с частичным разрядом накопителя. Накопительный конденсатор заряжается до напряжения +20 кВ от высоковольтного выпрямителя.

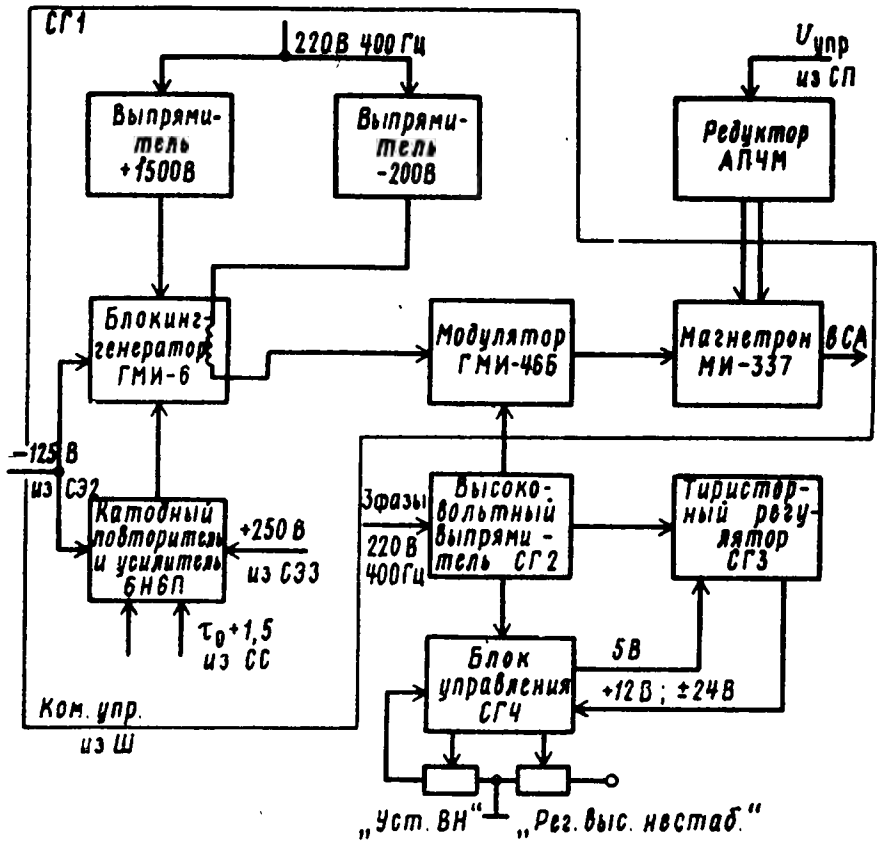


Рис. 3.2. Функциональная схема системы СГ

Импульсы запуска усиливаются в трехкаскадном усилителе и подаются на блокинг-генератор, где формируются импульсы положительной полярности $\tau = 0{,}5$ мкс и амплитудой 1200 В. Под воздействием этих импульсов лампа модулятора открывается. К катоду магнетрона оказывается приложенным импульс отрицательной полярности амплитудой 17 кВ. Магнетрон генерирует

импульсы электромагнитной энергии сверхвысокой частоты, которые подаются в СА. Накопительный конденсатор модулятора частично разряжается. После окончания импульса запуска лампы закрываются и конденсатор дозаряжается.

В СГ применен коаксиальный импульсный магнетрон типа МИ-337. Такие магнетроны обладают высокой стабильностью генерируемых колебаний и имеют более высокую надежность. Их особенность заключается в наличии внешнего стабилизирующего коаксиального объемного резонатора. Магнетрон на предприятии-изготовителе настраивается на две из шести литерные частоты. Переключение частот осуществляется вручную.

В процессе работы осуществляется подстройка частоты магнетрона автоматически или вручную следящим двигателем редуктора АПЧМ. Управляющее напряжение на двигаель поступает из канала АПЧМ системы СП.

В СГ предусмотрены автоматический подъем напряжения высоковольтного выпрямителя, его стабилизация и защита от перегрузок. Эти задачи выполняют тиристорный регулятор СГ3 и блок управления СГ4. Высоковольтный выпрямитель может работать и в нестабилизированном режиме. Требуемый уровень высокого напряжения в первом случае устанавливается потенциометром «Уст. вн.» в блоке СК1, а во втором — «Рег. выс. нестаб.» в блоке СГ4.

О нормальной работе СГ свидетельствует свечение кнопки-табло РАБОТА. При пробоях в высоковольтном выпрямителе кнопка-табло РАБОТА гаснет, загорается кнопка-табло СБРОС АВАР. и на передней панели СГ4 высвечивается светодиод ОТК. БУ.

При стрельбе ракетами на передатчик с шифратора подаются вместо импульсов $\tau_0+1{,}5$ импульсы команд управления ракетой. Частота следования кодовых групп 100 Гц, число кодовых групп в тактовом интервале не более трех, число импульсов в кодовой группе — два.

3.3. АНТЕННО-ВОЛНОВОДНАЯ СИСТЕМА СА

Назначение и состав

Антенно-волноводная система СА предназначена для передачи импульсов электромагнитной энергии от магнетрона к антенне, для направленного излучения их в пространство, для приема отраженных от цели сигналов и передачи их на вход приемной системы.

Конструктивно система СА включает следующие элементы.

Блок СА2, в который входят: щелевые мосты У3 и У12; ферритовые циркуляторы У10 и У11; волноводный переключатель У7; вращающийся переход поиска У5; растровый облучатель с конструктивно встроенным в него пеленговым моноимпульсным трехканальным облучателем У4; модулятор У2; коммутатор приемных каналов У6; антенна АН1.

Блок СА3, в который входят: ферритовый циркулятор Э2; направленный ответвитель Э5; регулируемый аттенюатор Э7; волноводный переключатель У1; измеритель проходящей мощности У2; эквивалент нагрузки Э4.

Вращающийся переход азимута АЗ М1, конструктивно входящий в блок СУ1.

Вращающийся переход угла места УМ М1, конструктивно входящий в блок СУ6.

Волноводы, обеспечивающие передачу сверхвысокочастотных сигналов от системы СГ к системе СА и от системы СА к системе СП.

Взаимосвязь элементов системы СА показана на функциональной схеме, рис. 3.3.

Работа по функциональной схеме

Система СА может работать в режимах «Антенна» и «Эквивалент». Переключение режимов осуществляется автоматически волноводным переключателем У1 путем нажатия кнопки ЭКВИВ. на СУ5. В режиме «Антенна» СА может работать при поиске цели или ее сопровождении (пеленге). В том и другом случае СА работает на передачу и прием.

Режим «Антенна — Поиск — Передача». Высокочастотная энергия из передающей системы поступает на ферритовый циркулятор Э2, защищающий передатчик от отражений в волноводном тракте. Часть энергии через направленный ответвитель Э5 и аттенюатор Э7 подается в канал АПЧМ.

Основная энергия через переключатель У1, вращающиеся переходы АЗ М1 и УМ М1 подается на щелевой мост У12, где делится пополам и через ферритовые циркуляторы У10 и У11 поступает на щелевой мост У3. На коммутатор У6 энергия в этом случае не поступает. Щелевой мост У3 при передаче энергии выполняет роль сумматора. Энергия магнетрона с сумматора У3 подается на волноводный переключатель ПОИСК — ПЕЛЕНГ У7.

Переключатель У7 предназначен для переключения АВС в режим «Поиск» или «Пеленг» и получения в режиме «Пеленг» угломестного разностного сигнала. Управление переключателем У7 производится кнопкой АВТ на СУ5 или кнопкой-табло ПЕЛЕНГ на блоке СИ1.

Высокочастотная энергия через переключатель У7 поступает на вращающийся переход поиска У5. Вращающийся рупор запитывает растровую головку, которая облучает АН1.

Устройство волноводного переключателя У7 и растровой головки У4 показано на рис. 3.4.

Электромагнитная энергия с сумматора У3 поступает на плечо Вх. 1 переключателя У7 и с плеча Вых. 1 поступает на вращающийся переход У5. Волноводный переключатель в режиме «Поиск» своими плечами Вх. 2 и Вых. 2 соединяется с волноводами В и С и таким образом дополняет два разорванных центральных волновода растрового облучателя.

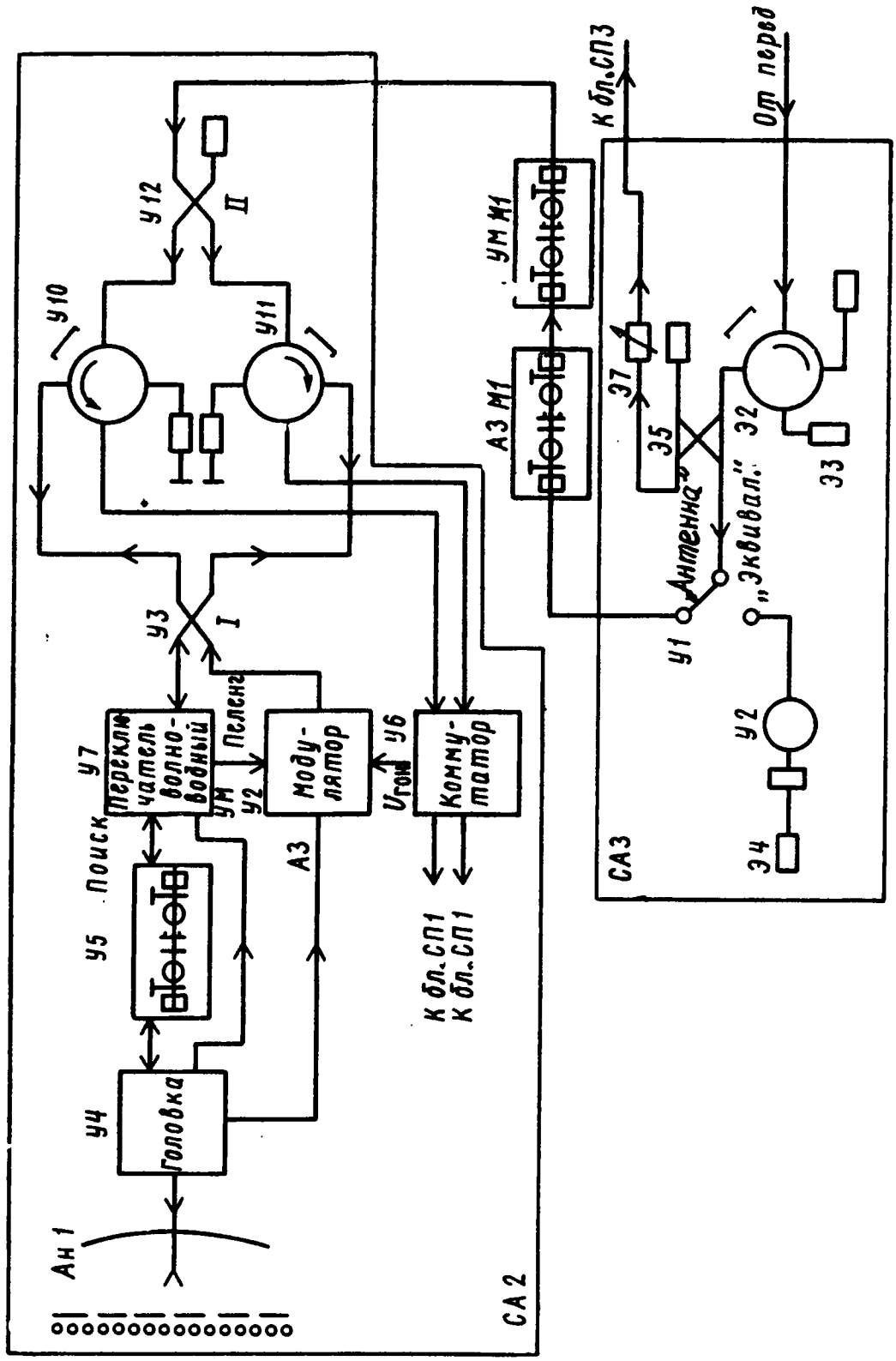


Рис. 3.3. Функциональная схема системы СА

Вращающийся рупор У5 последовательно запитывает энергией 12 волноводных секций растровой головки У4.

С выхода головки У4 энергия подается на антенну Кассегрена с поворотом плоскости поляризации. Излученный в пространство сигнал имеет горизонтальную поляризацию.

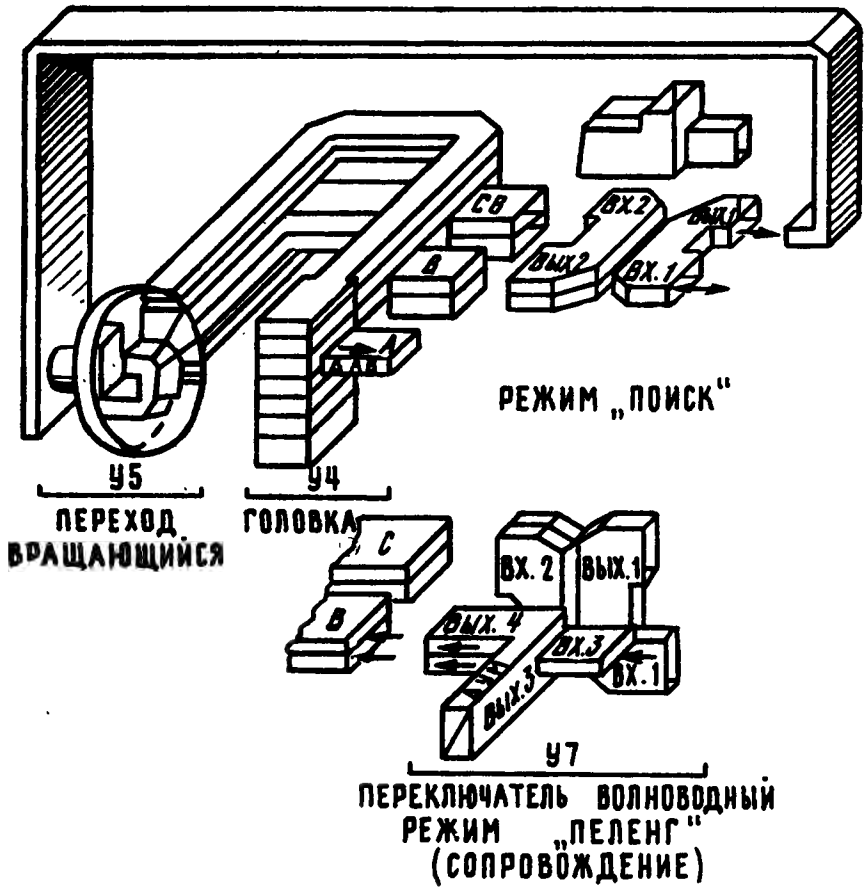


Рис. 3.4. Растровая головка и волноводный переключатель

Основным элементом антенны является параболическое зеркало. На зеркале размещены преобразователь поляризации и плоский контррефлектор, который является одновременно поляризационным фильтром и защитным колпаком.

Растровый облучатель обеспечивает электромеханическое сканирование луча по углу места в секторе ±7,5 град.

Режим «Антенна — Поиск — Прием». Отраженные от цели эхо-сигналы принимаются антенной и через растровую головку У4, вращающийся переход У5 и волноводный переключатель У7 подаются на сумматор У3. Энергия делится сумматором на две равные части и через ферритовые циркуляторы подается на коммутатор У6. В режиме «Поиск» коммутатор подает выходной сигнал к одному из приемных каналов в зависимости от положения кнопки-табло II КАНАЛ на СИ1. Если кнопка-табло не нажата, то энергия подается к первому, при нажатой кнопке-табло — ко второму каналу.

Режим «Антенна — Пеленг — Передача». Режим включается нажатием кнопки АВТ на СУ5 или кнопки-табло ПЕЛЕНГ на

СИ1. Срабатывает переключатель Э7, и его Вых. 4 подключается к волноводу В, Вых. 3 — к модулятору У2, Вх. 3 — к щелевому мосту У3 вместо Вх. 1.

Две центральные секции поисковой головки и волноводный переключатель У7 образуют моноимпульсный облучатель. В этом облучателе имеются суммарный выход — Вх. 3, угломестный разностный — Вых. 3, азимутальный разностный — Вых. А.

Передача энергии от магнетрона до щелевого моста У3 аналогична режиму «Поиск — Передача». С Вых. 4 энергия, разделившись на две части, поступает на два волновода В моноимпульсного облучателя. Размеры верхней и нижней секций выбраны таким образом, что в раскрыве могут возбуждаться волны H_{10} и H_{20}. На плечо Вых. 3 волноводного переключателя У7 энергия поступать не будет, так как нет условий для возбуждения этого плеча.

Моноимпульсный рупор облучает антенну АН1. Антенна формирует диаграмму направленности антенны на передачу, которая называется суммарной.

Режим «Антенна — Пеленг — Прием». В том случае, если цель находится на РСН, отраженные от нее волны электромагнитной энергии поступают через волноводы В, плечо Вых. 4 в плечо Вх. 3 и далее на сумматор У3. Условий для возбуждения энергии в азимутальном и угломестном разностных выходах нет. В сумматоре У3 энергия делится на две равные части и подается на коммутатор приемных каналов. В этом режиме работают оба приемных канала.

Таким образом для случая, когда цель находится на РСН, на входы приемника будут поступать радиоимпульсы СВЧ постоянной амплитуды.

Коэффициент усиления антенны по входу суммарного канала составляет 4500. Уровень боковых лепестков в режиме сопровождения не выше 18 дБ.

При смещении цели с РСН по азимуту и углу места создаются условия для возбуждения энергии во всех трех выходах моноимпульсного облучателя. Суммарный сигнал U_Σ снимается с плеча Вх. 3 У7 и подается на сумматор У3. Азимутальный разностный сигнал $U_{\Delta\beta}$ снимается с Вых. А, а угломестный разностный сигнал $U_{\Delta\varepsilon}$ — с Вых. 3 и подаются на модулятор.

В модуляторе сигналы $U_{\Delta\beta}$ и $U_{\Delta\varepsilon}$ преобразуются в радиоимпульсы СВЧ, промодулированные с $F_{ск}=63$ Гц. С выхода модулятора разностный сигнал U_Δ поступает на сумматор У3.

Такое преобразование отраженных сигналов необходимо для сохранения информации о положении цели относительно РСН при когерентно-импульсной обработке в приемнике.

В сумматоре формируется два сигнала:

$$U_1(t)=U_\Sigma+U_\Delta;$$
$$U_2(t)=U_\Sigma-U_\Delta.$$

Эпюры напряжений, действующих на выходах сумматора и поступающих через коммутатор У6 на вход приемника, приведены на рис. 3.5. Математически напряжения на выходах сумматора У3 с учетом воздействия УОП описываются как:

$$U_1(t) = (E_c + E_п)[1 + m\cos(2\pi F_{ск}t - \varphi)];$$

$$U_2(t) = (E_c + E_п)[1 - m\cos(2\pi F_{ск}t - \varphi)],$$

где E_c, $E_п$ — амплитудные значения сигналов цели и УОП;
m — коэффициент модуляции;
$F_{ск}$ — частота скрытого сканирования ДНА на прием;
φ — начальная фаза модулирующего напряжения.

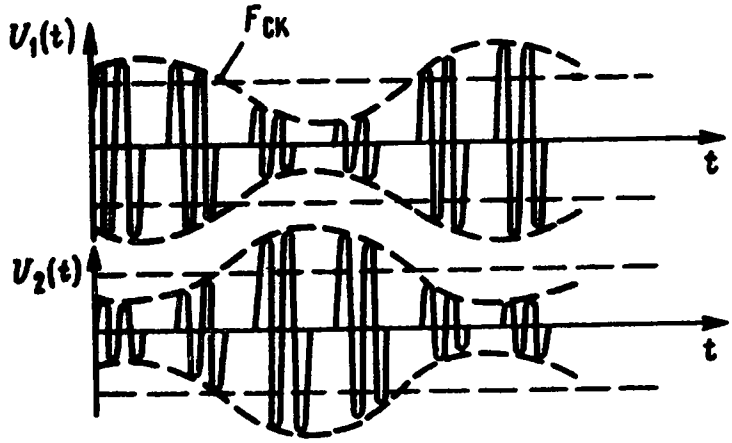


Рис. 3.5. Вид сигналов на входах приемника

Режим «Эквивалент». Используется для проверки и настройки ССЦ без излучения в пространство. Электромагнитная энергия от магнетрона через ферритовый циркулятор Э2, волноводный переключатель У1, измеритель проходящей мощности У2 подается на эквивалент антенны Э4 и преобразуется в тепло.

В этом режиме производится измерение проходящей мощности передатчика по прибору, расположенному на СИ2.

3.4. ПРИЕМНАЯ СИСТЕМА СП

Назначение и состав

Приемная система СП предназначена для преобразования и усиления сигналов, отраженных от целей, до величины, обеспечивающей нормальную работу системы измерения дальности СД, системы помехозащиты СФ, системы управления и стабилизации антенны СУ и системы индикации СИ.

Конструктивно система СП состоит из блоков:

СП1 — входной высокочастотный блок;

СП2 — блок обработки сигналов на промежуточной частоте;

СП3 — местный гетеродин.

Блок СП1 расположен в антенной колонке СА1, а блоки СП2 и СП3 — в шкафу № 1.

Работа по функциональной схеме

Функциональная схема системы СП показана на рис. 3.6.

Приемная система может работать в двух режимах — амплитудном (А) и СДЦ (Ф). Основной режим СДЦ, его включение осуществляется нажатием кнопки-табло СДЦ на СУ5.

Режим А. В этом режиме в работе приемной системы участвуют все элементы, кроме когерентного гетеродина и фазовых детекторов.

Приемная система супергетеродинного типа. Для защиты от УОП двухканальная. При поиске цели работает один из каналов. Входные сигналы приемной системы показаны на рис. 3.5.

Входными цепями приемной системы являются резонансные разрядники У3 и У15. На разрядники подается —700 В. Во время действия зондирующих импульсов разрядники зажигаются и закорачивают входы приемной системы.

С выходов разрядников радиоимпульсы СВЧ подаются на фильтры зеркальных частот, которые представляют собой объемные резонаторы, настроенные на литерные частоты. Фильтры перестраиваются совместно с магнетроном и клистроном.

Радиоимпульсы СВЧ с выходов фильтров поступают на смесители. На другие входы смесителей поступает непрерывное синусоидальное напряжение гетеродина частотой $f_г = (f_0 + 60)$ МГц, где f_0 — частота магнетрона.

Гетеродин выполнен на клистроне. Его колебания на смесители сигналов подаются через аттенюаторы. Кроме того, колебания гетеродина поступают через аттенюатор на смеситель АПЧ.

Смеситель сигналов собран по балансной схеме. В смесителе радиоимпульсы СВЧ преобразуются в радиоимпульсы промежуточной частоты 60 МГц. Сигналы всех целей усиливаются четырьмя каскадами УПЧ и подаются для обработки по каналам дальности и угловой автоматики. Первые три каскада УПЧ охвачены АРУ, чем обеспечивается требуемый динамический диапазон. Четвертый каскад регулируется вручную потенциометрами РРУI, РРУII блока СИ1.

В канале дальности радиоимпульсы от всех целей усиливаются двухкаскадными УПЧ, преобразуются в видеоимпульсы амплитудными детекторами и через видеоусилитель подаются в блоки СД1 и СЦ1. В блоке СЦ1 видеоимпульсы дополнительно усиливаются видеоусилителями и подаются в СИ1 и СИ2.

Для выделения напряжения сигнала ошибки с $F_{ск} = 63$ Гц радиоимпульсы от целей поступают на УПЧ КУА. УПЧ стробируемый. Импульсы УС (УСС) поступают из СД1 через усилитель и открывают УПЧ на время прихода сигнала от выбранной цели. Выбор цели осуществляется совмещением визиров на развертках блока СИ2 с отметкой от цели. Переключение стробов осуществляется тумблером УЗК. СТРОБ — ШИР. СТРОБ на СУ5 либо автоматически при переходе в режим автосопровождения цели. Длительность импульсов УС составляет 1 мкс, а УУС — 0,33 мкс.

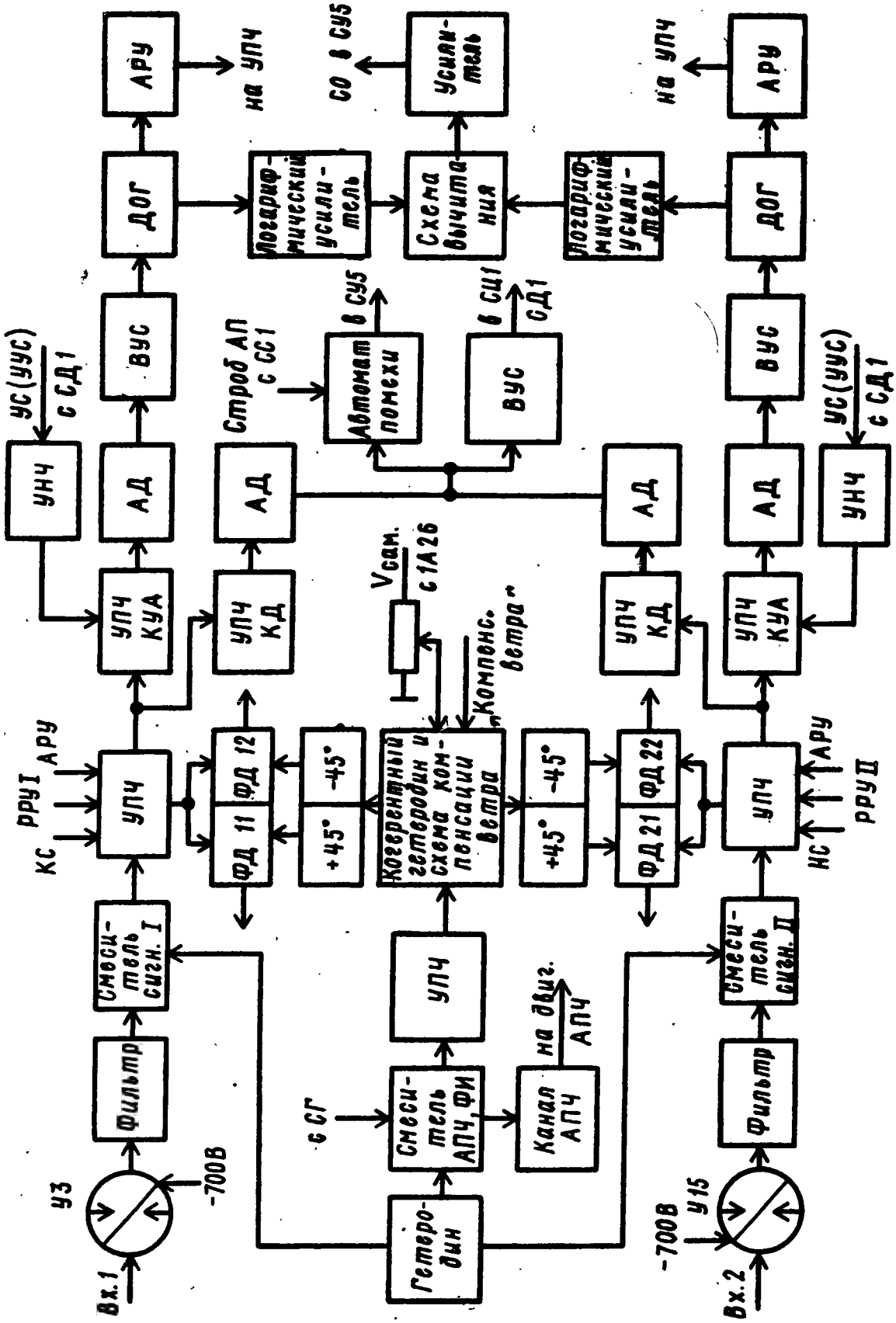


Рис. 3.6. Функциональная схема системы СП

Усиленные в УПЧ радиоимпульсы поступают на амплитудный детектор, где преобразуются в видеоимпульсы. Видеоимпульсы усиливаются в видеоусилителе и поступают на ДОГ. Для обеспечения работы ДОГ из СД1 поступают за 8 мкс до прихода эхосигнала импульсы сброса длительностью 2 мкс. ДОГ преобразует видеоимпульсы в пульсирующее напряжение, переменная составляющая этого напряжения представляет собой напряжение сигнала ошибки частотой 63 Гц.

С выхода ДОГ пульсирующее напряжение поступает на схему АРУ и логарифмические усилители.

Схема АРУ с задержкой. С нее снимается отрицательное напряжение, величина которого зависит от мощности сигнала на входе приемника. Отрицательное напряжение подается на три каскада УПЧ.

На логарифмических усилителях и схеме вычитания происходит подавление сигналов УОП и пульсации сигнала за счет быстрых изменений эффективной отражающей поверхности. На выходе схемы вычитания действует сигнал

$$\lg\{(E_с + E_п)[1 + m\cos(2\pi F_{ск}t - \varphi)]\} - \lg\{(E_с + E_п)[1 - m\cos(2\pi F_{ск}t - \varphi)]\} = \lg\frac{1 + m\cos(2\pi F_{ск}t - \varphi)}{1 - m\cos(2\pi F_{ск}t - \varphi)}.$$

Выражение $\lg\frac{1+\alpha}{1-\alpha}$ можно представить как 2 α, тогда на выходе схемы вычитания будет действовать напряжение, пропорциональное $2m\cos(2\pi F_{ск} - \varphi)$.

Таким образом, с устройства защиты от УОП снимается напряжение сигнала ошибки, в амплитуде которого заложена информация о величине, а в фазе — о направлении отклонения цели от РСН. Это напряжение в дальнейшем используется для управления движением антенны ССЦ по азимуту и углу места.

Режим Ф является основным. В этом режиме работают блоки СП1, СП3; субблоки СП2—1, СП2—4; два видеоусилителя в субблоке СП2—5.

Для защиты от пассивных помех индикаторов в ССЦ используется КГИ метод в сочетании с ЧПК, а по каналу угловой автоматики — КГИ метод в сочетании с подавителями на полосовых фильтрах. Когерентно-импульсная обработка осуществляется в приемной системе на квадратурных фазовых детекторах. Применение двух фазовых детекторов в каждом канале обеспечивает защиту от слепых фаз.

В качестве опорных на входы фазовых детекторов через фазосдвигающие цепочки ± 45 град подается напряжение когерентного гетеродина. Когерентное напряжение с поправкой на компенсацию движения самохода $F_{сам}$ или движения помехи под действием ветра $F_{дп}$ вырабатывается следующим образом.

Фазирующий импульс промежуточной частоты с выхода смесителя усиливается трехкаскадным УПЧ и подается на когерентный гетеродин.

Когерентный гетеродин вырабатывает непрерывные синусоидальные колебания, начальная фаза которых жестко связана с начальной фазой радиоимпульсов магнетрона. Это напряжение усиливается двухкаскадным УПЧ и подается на схему компенсации ветра. Схема представляет собой два смесителя и два кварцевых генератора с варикапами. В результате двойного преобразования частоты с ее выхода снимается непрерывное синусоидальное напряжение с частотой $f_{пр} \pm F_{сам} \pm F_{дп}$.

На фазовых детекторах радиоимпульсы промежуточной частоты, промодулированные напряжением с $F_{ск}$ (рис. 3.5), преобразуются в видеоимпульсы. Амплитуда и полярность видеоимпульсов от цели изменяются по сложному закону с частотой сканирования и частотой биений $F_{ск}$ и $F_б$. Видеоимпульсы от местных предметов изменяются по амплитуде с частотой $F_{ск}$. Эпюры напряжений на выходах фазовых детекторов для движущейся цели показаны на рис. 3.7.

Компенсация движения самохода при подавлении сигналов местных предметов осуществляется автоматически. На кварцевый

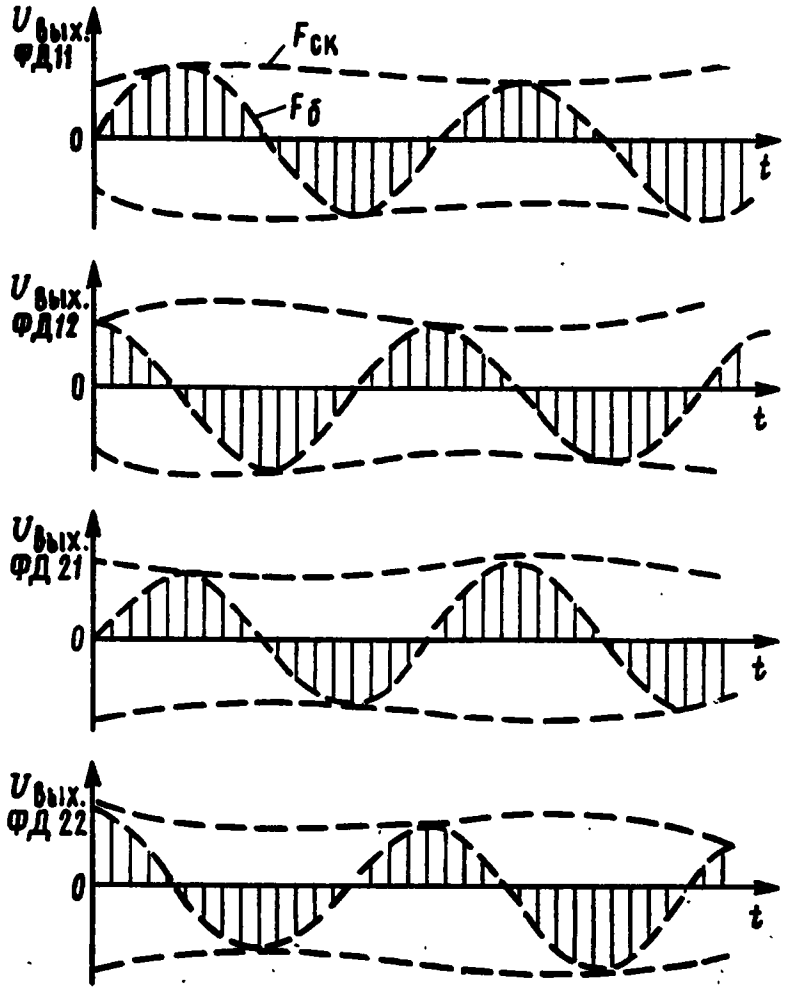


Рис. 3.7. Вид сигналов на выходах фазовых детекторов

генератор подается из ЦВС напряжение, пропорциональное скорости движения самохода. Компенсация движения пассивных помех осуществляется ручкой «Компенс. ветра» на СУ5. Добиться одновременного подавления сигналов местных предметов и пассивных помех невозможно.

С выходов четырех фазовых детекторов эхо-сигналы $Ф_{11}$, $Ф_{12}$, $Ф_{21}$, $Ф_{22}$ подаются в блок СФ2 для подавления пассивных помех по КУА.

Эхо-сигналы $Ф_{11}$, кроме того, подаются через усилители в блок СФ1 для подавления помех в канале индикаторов и в СД1, где защита от пассивных помех осуществляется полосовыми фильтрами.

В приемной системе имеется схема АПЧ, которая предназначена для поддержания разности частот магнетрона и клистрона, равной значению промежуточной частоты 60 МГц.

Радиоимпульсы разностной частоты $f_р$ снимаются со смесителя АПЧ и фазирующего импульса, усиливаются УПЧ и подаются на частотный дискриминатор. Частотный дискриминатор преобразует радиоимпульсы в постоянное напряжение. Полярность напряжения зависит от направления ухода разностной частоты относительно промежуточной, а величина — от степени ухода.

Напряжение частотного дискриминатора преобразуется в модуляторе в напряжение переменного тока, амплитуда которого зависит от величины, а фаза — от направления ухода $f_р$ от $f_{пр}$.

Это напряжение усиливается и подается на управляющую обмотку двигателя. Вал двигателя разворачивается и через редуктор воздействует на резонаторную систему магнетрона. Частота магнетрона изменяется так, что $f_р = f_{пр} = 60$ МГц.

Канал может работать и в ручном режиме. Для этого нажимается кнопка РПЧ на СИ1. Изменение частоты осуществляется ручкой РПЧ на СИ1.

В системе СП имеется автомат помехи, который предназначен для автоматического перевода СД в режим инерционного сопровождения цели при воздействии активных шумовых помех. Для исключения срабатывания автомата от зондирующих импульсов и мощных отражений от близлежащих местных предметов на ключ из СС1 подаются импульс строба АП длительностью 46 мкс и опережающий импульс запуска передатчика на 47,5 мкс.

3.5. СИСТЕМА ПОМЕХОЗАЩИТЫ СФ

Назначение и состав

Система помехозащиты СФ предназначена для выделения сигналов движущихся целей на фоне пассивных помех.

Конструктивно система СФ состоит из блоков:

СФ1 — защиты канала индикатора дальности;

СФ2 — защиты канала угловой автоматики;

СФ3 — формирования контрольного сигнала промежуточной частоты.

Все блоки расположены в шкафу № 1.

Работа блока СФ1 по функциональной схеме

Блок представляет собой устройство двукратного чересперио́дного вычитания на потенциалоскопах с высокочастотным съемом.

Функциональная схема блока показана на рис. 3.8.

На вход блока с фазового детектора системы СП поступают сигналы от целей и местных предметов (Эхо $Ф_{11}$).

При поиске видеоимпульсы от движущихся целей модулированы напряжением $F_б$, от местных предметов — постоянной амплитуды. При автосопровождении те и другие видеоимпульсы дополнительно промодулированы $F_{ск}$. Вид сигналов цели показан на рис. 3.7.

Видеоимпульсы через контакты тумблера РАБОТА — КОНТРОЛЬ 1 в положении РАБОТА подаются на потенциалоскоп типа ЛН-14. Применение потенциалоскопов с высокочастотным съемом снижает уровень паразитных шумов и существенно повышает их виброустойчивость.

Лучи потенциалоскопов развертываются по спирали. Формирование спиральных разверток осуществляется следующим образом.

Импульсы запуска СФ1 из системы синхронизации, опережающие на 25 мкс импульсы запуска передатчика, подаются на генератор импульсов подсвета. Генератор представляет собой мультивибратор. Он вырабатывает прямоугольные импульсы длительностью 160 мкс, которые в положительной полярности подаются на модуляторы потенциалоскопов для подсвета прямого хода луча, а в отрицательной полярности — на генератор напряжения развертки. Генератор напряжения развертки вырабатывает пачки линейно нарастающих синусоидальных напряжений частотой 60 кГц.

С выхода генератора развертки синусоидальные напряжения подаются на фазовращатели потенциалоскопов, где преобразуются в четыре напряжения, сдвинутые относительно друг друга по фазе на 90 град. Эти напряжения поступают на входы четырех усилителей тока каждого потенциалоскопа. Нагрузками усилителей тока являются отклоняющие катушки потенциалоскопов.

Для осуществления высокочастотного съема лучи потенциалоскопов модулируются. С этой целью на модуляторы потенциалоскопов подается синусоидальное напряжение частотой 33 МГц. Модулирующее напряжение вырабатывается в генераторе СФ1—3 и подается на первый потенциалоскоп и первый резонансный усилитель непосредственно, а на второй потенциалоскоп и второй резонансный усилитель — через усилитель модулирующего напряжения СФ1—5.

При подаче на сигнальную пластину первого потенциалоскопа видеоимпульсов от цели в нем происходит чересперио́дное вычитание сигналов. С барьерной сетки снимаются радиоимпульсы, начальная фаза которых зависит от полярности, а амплитуда от величины остатка. Эти радиоимпульсы поступают на первый резонансный усилитель.

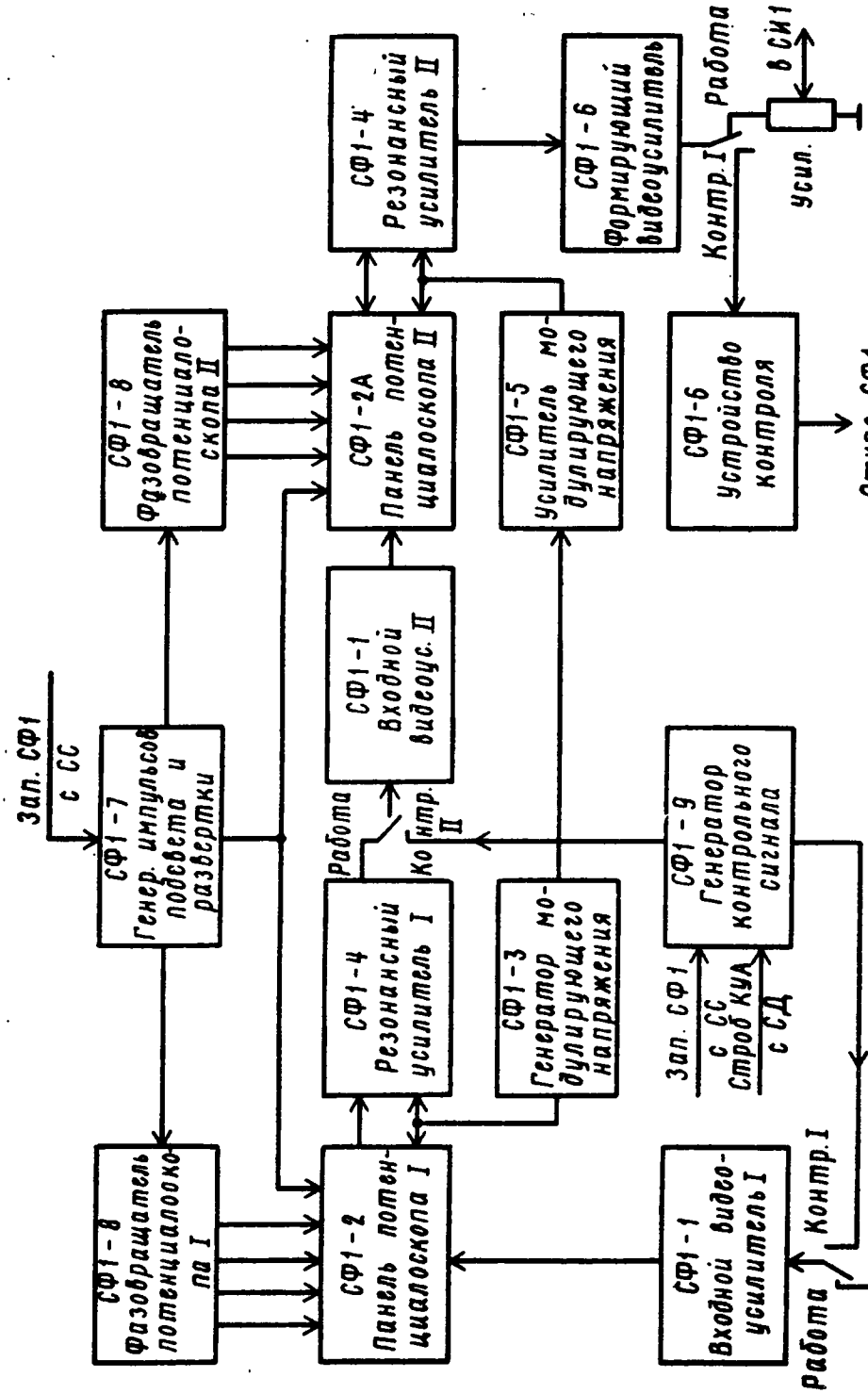


Рис. 3.8. Функциональная схема блока СФ1

Радиоимпульсы частотой 33 МГц усиливаются и подаются на фазовый детектор резонансного усилителя. В качестве опорного на фазовый детектор поступает синусоидальное напряжение 33 МГц. В результате с резонансного усилителя снимаются видеоимпульсы от цели.

Работа второго входного усилителя, второго потенциалоскопа и второго резонансного усилителя аналогична. Двухполярные видеоимпульсы сигналов цели с выхода второго резонансного усилителя поступают на формирующий видеоусилитель, который преобразует их в однополярные и ограничивает на определенном уровне. Видеоимпульсы движущейся цели через тумблер РАБОТА — КОНТРОЛЬ I, потенциометр УСИЛЕНИЕ и усилители блока СЦ1 подаются на блоки СИ1 и СИ2, где отображаются в виде амплитудных и яркостных меток.

Для проверки работоспособности блока и его настройки в нем имеются генератор контрольного сигнала и устройство контроля. Генератор контрольного сигнала может вырабатывать пачку положительных прямоугольных импульсов или непрерывную последовательность импульсов. Для этого переключатель на СФ1 ставится в положение ВЫХ. СИГН. или ПОДАВЛ. соответственно. Количество импульсов в пачке составляет 10—13, в течение 10—13 периодов импульсы не вырабатываются. В каждом периоде повторения ССЦ вырабатывается один импульс, его временное положение изменяется штурвалом дальности.

Импульсы пачки подаются на вход блока при постановке тумблера РАБОТА — КОНТРОЛЬ I в положение КОНТРОЛЬ I либо на вход только второго потенциалоскопа при постановке тумблера РАБОТА — КОНТРОЛЬ II в положение КОНТРОЛЬ II.

С помощью импульсов пачки проверяются прохождение сигналов через блок и качество настройки потенциалоскопов. При подаче непрерывной последовательности импульсов проверяется качество подавления сигналов. При любом положении переключателя ВЫХ. СИГН. — ПОДАВЛ. в случае нормальной работы блока в устройстве контроля формируется логическая единица и светодиод на СИ2 не горит.

Работа блока СФ2 по функциональной схеме

Блок СФ2 предназначен для выделения сигнала ошибки с $F_{ск}$ и подавления сигналов пассивных и угловых ответных помех.

Функциональная схема СФ2 показана на рис. 3.9.

На четыре ДОГ с квадратурных фазовых детекторов СП поступают видеоимпульсы от всех целей, находящихся в зоне ДНА. Напряжения показаны на рис. 3.7. На детекторы огибающей подаются также подвижные импульсы строба КУА1 и импульсы сброса. В том случае, если оператор совместил визиры на развертках СИ2 с отметкой от цели, импульсы строба совпадают по времени с сигналом от цели.

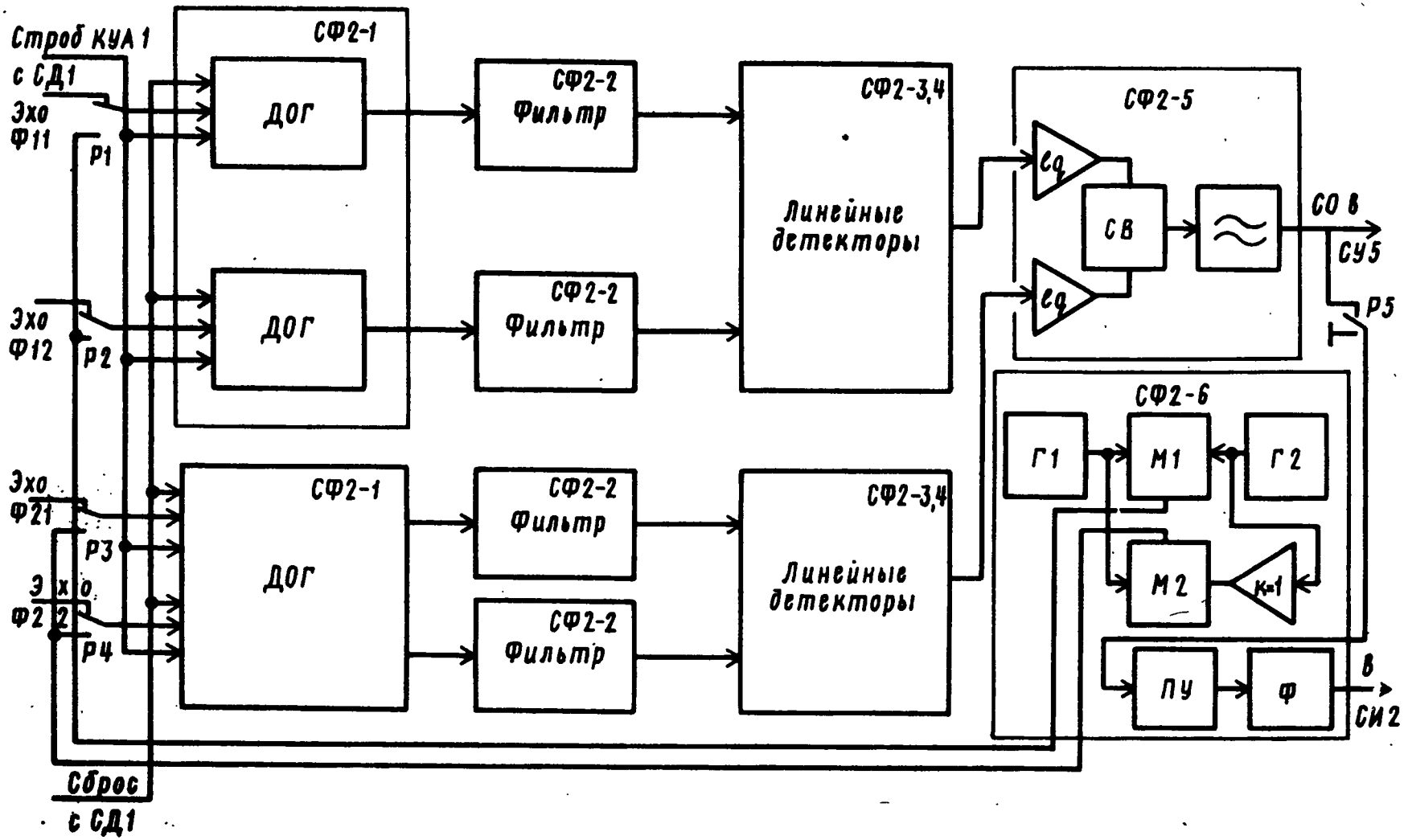


Рис. 3.9. Функциональная схема блока СФ2

В ДОГ происходит преобразование видеоимпульсов в переменное напряжение частотой $F_б$, промодулированное напряжением с $F_{ск}$. На рис. 3.10 показано напряжение на выходе одного из ДОГ. В том случае, если в строб КУА1 будут попадать сигналы от местных предметов, то на выходе ДОГ будет действовать синусоидальное напряжение с $F_{ск}$. Напряжения сигналов движущихся целей и пассивных помех поступают на фильтры.

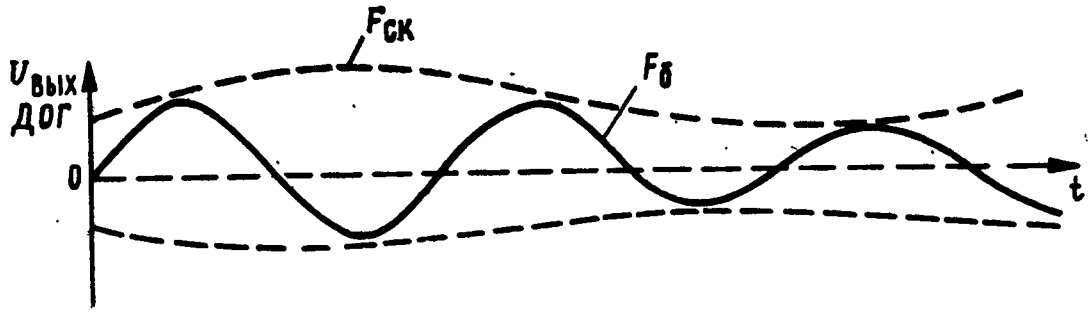


Рис. 3.10. Вид сигнала на выходе ДОГ

Фильтры верхних и нижних частот имеют полосу прозрачности от 250 до 1875 Гц. Спектры сигналов цели, облака пассивных помех и амплитудно-частотная характеристика фильтра показаны на рис. 3.11. Спектр сигнала цели находится в полосе прозрачности фильтра, а помехи — вне ее. Через фильтр будут проходить только сигналы от движущейся цели, выбранной для автосопровождения.

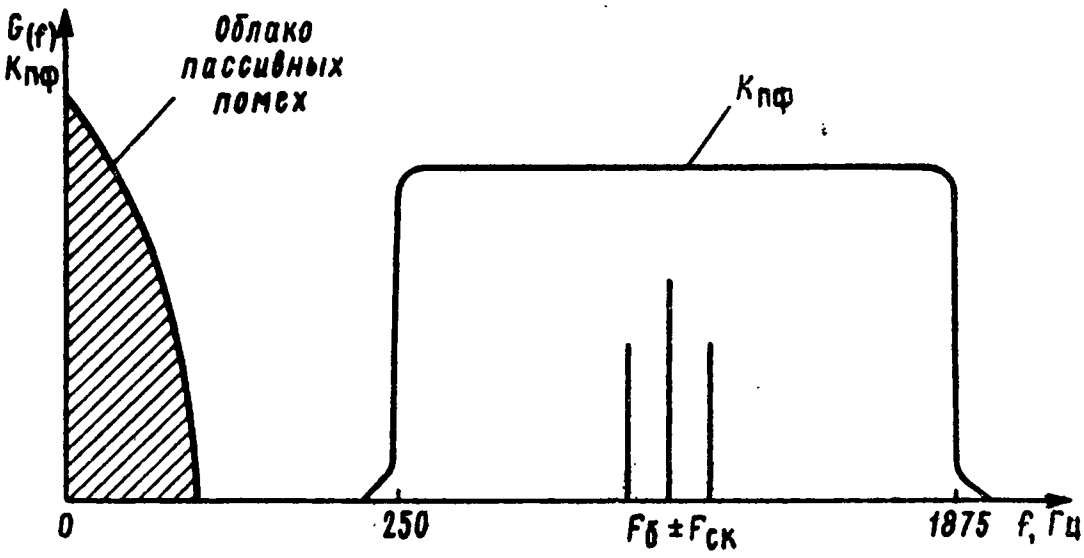


Рис. 3.11. Спектр сигналов и амплитудно-частотная характеристика фильтра

С выходов фильтров каждого канала синусоидальные напряжения $F_б$, промодулированные $F_{ск}$, подаются на субблоки СФ2—3, 4. Основу субблоков составляют линейные детекторы, фазовраща-

тели и делители. На субблоках осуществляется завершение квадратурной обработки, т. е. извлечение корня

$$\sqrt{U_1^2 + U_2^2}$$

и выделение напряжения с $F_{ск}$.

В субблоке СФ2—5, как и в системе СП, осуществляется логарифмирование сигналов каждого канала и их взаимное вычитание. Благодаря этому происходит подавление УОП и устраняется влияние на амплитуду напряжения сигнала ошибки быстрых изменений эффективной отражающей поверхности цели.

Напряжение сигнала ошибки с выхода блока СФ2 поступает в СУ5 для автосопровождения цели.

Для проверки блока необходимо переключатель на СИ2 поставить в положение КОНТРОЛЬ СФ2. Срабатывают реле Р1—Р5. Через контакты реле вместо сигналов цели с СФ2—6 поступают синусоидальные напряжения контроля $F_б$, промодулированные $F_{ск}$.

Генератор Г1 вырабатывает синусоидальное напряжение $F_б$, которое подается на модуляторы М1 и М2. На вторые входы модуляторов в противофазе подается напряжение с $F_{ск}$.

Через исправные каналы аналогично сигналам цели проходят контрольные сигналы. С выхода блока СФ2 через контакты реле Р5 снимается напряжение частотой $F_{ск}$ и амплитудой порядка 0,4 В. Это напряжение через пороговое устройство подается на формирователь Ф. Формируется логическая единица, и светодиод СФ2 на СИ2 не горит.

Работа блока СФ3 по функциональной схеме

Блок СФ3 предназначен для формирования контрольного сигнала проверки работы приемной системы СП и системы помехозащиты СФ.

Это означает, что сигналы формируются СФ3 на промежуточной частоте и по своей структуре должны быть аналогичны сигналам цели. Следовательно, радиоимпульсы контрольного сигнала должны быть когерентны с напряжением когерентного гетеродина и для двух каналов промодулированы противофазными напряжениями ГОН с $F_{ск}$.

Функциональная схема блока СФ3 приведена на рис. 3.12.

Для включения СФ3 должны быть нажаты кнопки-табло РАБОТА на СИ1 и КОНТРОЛЬ на СИ2. Зондирующие радиоимпульсы на $f_{пр}=60$ МГц с выхода СФ3 подаются на четырехкаскадный УПЧ, где усиливаются до величины, обеспечивающей нормальную работу ультразвуковой линии задержки.

На линии задержки радиоимпульсы задерживаются на 66,7 мкс, что соответствует 10 км дальности, усиливаются пятикаскадным УПЧ и подаются на модуляторы. На модуляторы поступают также сдвинутые на 180 град напряжения с ГОН.

Радиоимпульсы промежуточной частоты, промодулированные синусоидальными противофазными напряжениями с частотой $F_{ск}$, подаются с выходов СФ3 на первые каскады УПЧ СП1 и используются для проверки СП, СФ, СД, СИ. При исправных системах СП, СФ и СИ на индикаторах СИ1 и СИ2 появляется контрольный сигнал на Д=10 км.

По контрольному сигналу можно проверить работу системы СД в режиме автосопровождения цели.

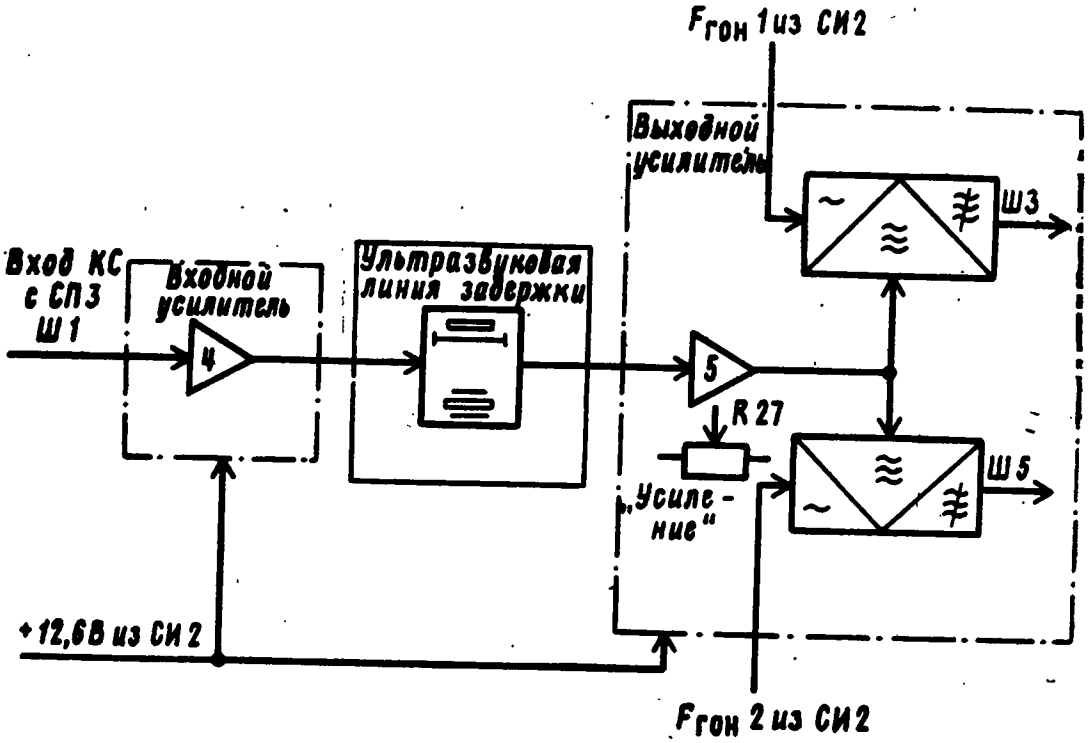


Рис. 3.12. Функциональная схема блока СФ3

3.6. СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ СД

Назначение и состав

Система измерения дальности СД предназначена для непрерывного и точного определения дальности до цели, а также выработки подвижных импульсов, синхронизирующих работу других систем ССЦ.

Основу системы СД составляет цифровая следящая система с астатизмом второго порядка с защитой от пассивных помех.

Конструктивно система измерения дальности выполнена в виде блока СД 1, расположенного в шкафу № 1.

Работа по функциональной схеме

Система СД, функциональная схема которой приведена на рис. 3.13, может работать в следующих режимах:

ручного сопровождения;

полуавтоматического сопровождения;

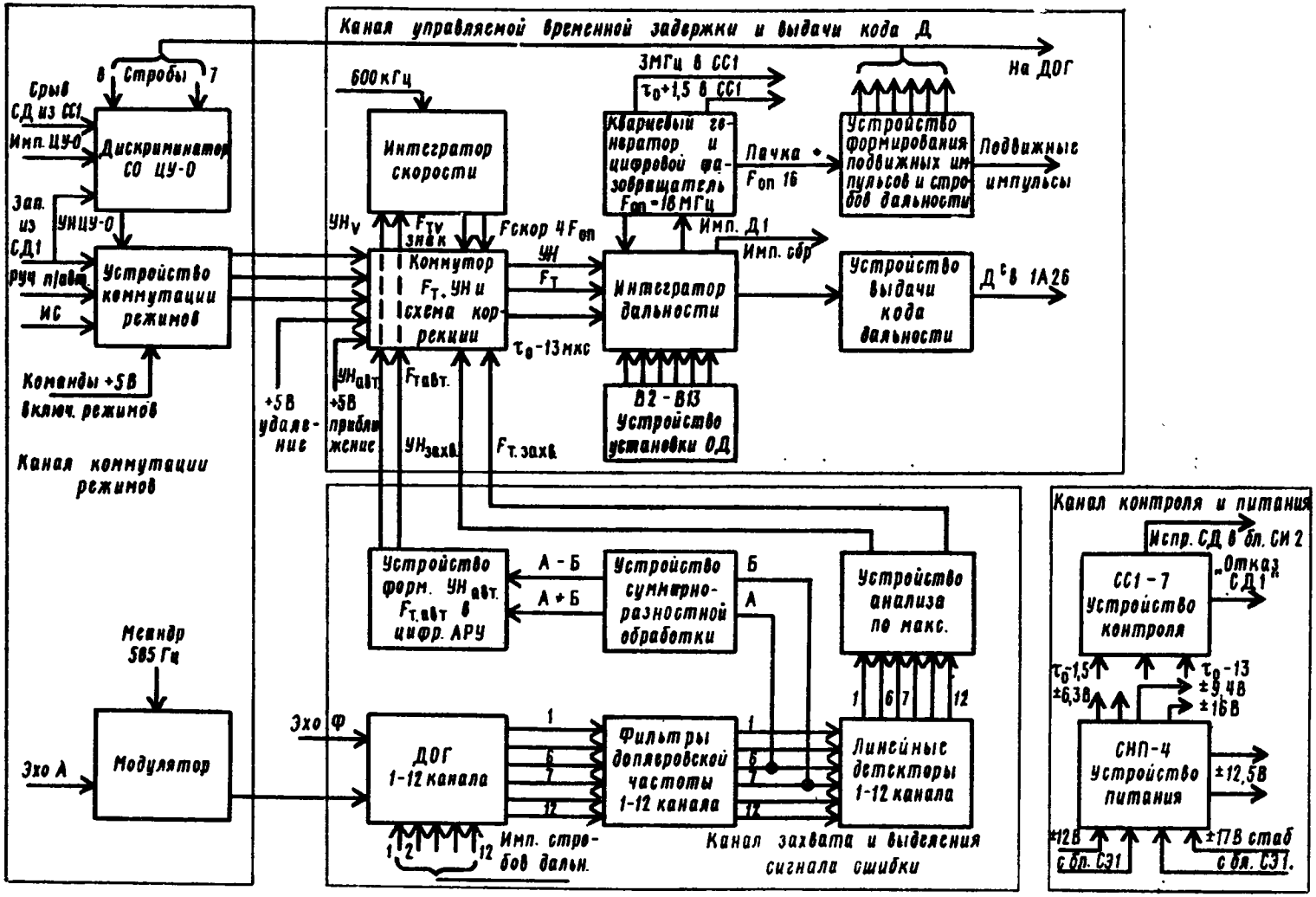


Рис. 3.13. Функциональная схема системы СД

автоматического сопровождения;
целеуказания от СОЦ (ЦУ-0);
инерционного сопровождения.

Режим ручного сопровождения. Применяется для совмещения визиров на развертках грубой и точной дальности с отметкой от цели перед переходом на автосопровождение, а также для сопровождения по Д, когда работа в других режимах невозможна. Ниже будет показано, что точное совмещение визиров точной дальности перед переходом на автосопровождение не обязательно.

Режим включается нажатием кнопки-табло РУЧ на СУ5. В этом режиме изменение временного положения визиров осуществляется с помощью штурвала дальности на СУ5. Возможен быстрый переброс визиров с помощью кнопок-табло УДАЛЕНИЕ и ПРИБЛИЖЕНИЕ.

В режиме ручного сопровождения в работе СД1 участвуют все элементы канала управляемой временной задержки, кроме интегратора скорости, а также устройство коммутации режимов.

При нажатии кнопки-табло РУЧ на СУ5 формируется команда РУЧН+5 В, которая преобразуется в управляющий сигнал 1 РУЧН в виде положительного перепада напряжения.

При вращении штурвала СУ5 с тахогенератора снимается постоянное напряжение, величина и полярность которого зависят от скорости и направления вращения штурвала.

Это напряжение преобразуется в устройстве коммутации режимов в последовательность видеоимпульсов $F_т$, частота которых зависит от скорости вращения штурвала, а также в напряжение указателя направления УН, полярность которого зависит от направления его вращения.

Импульсы $F_т$ через коммутатор поступают на интегратор дальности, основу которого составляет реверсивный счетчик. Благодаря подаче УН счетчик преобразует количество импульсов $F_т$ в двоичный код дальности. В результате при вращении штурвала дальности в ту или иную сторону величина дальности в двоичном коде либо увеличивается, либо уменьшается.

В интеграторе дальности происходит преобразование кода дальности в подвижные импульсы ИД1. Под их воздействием в кварцевом генераторе и цифровом фазовращателе формируется пачка подвижных импульсов, которая подается в устройство формирования подвижных импульсов и стробов дальности. Частота следования импульсов в пачке составляет 3 МГц. Таким образом, временное положение пачки будет соответствовать коду дальности.

В интеграторе дальности формируются также импульсы сброса длительностью 2 мкс, которые подаются в блоки СП2 и СФ2.

Из импульсов пачки вырабатываются:

12 стробов дальности длительностью 0,33 мкс, что соответствует 50 м;

строб *Д* длительностью 6,7 мкс, который подается в блоки СС1, СИ1 и СИ2;

строб КУА1 длительностью 1 мкс, который подается в блоки СФ1 и СФ2;

строб КУА2 длительностью 4 мкс, который подается в блок СП2;

импульс запуска визира длительностью 0,4 мкс, который подается в блок СИ2.

Основное назначение СД — непрерывное и точное измерение дальности до цели. Значение дальности в двоичном коде из интегратора дальности через устройство выдачи кода дальности подается в ЦВС. Темп подачи кода дальности в ЦВС составляет (1170±50) Гц.

Быстрый переброс визиров на развертках СИ2 осуществляется нажатием кнопок УДАЛЕНИЕ, ПРИБЛИЖЕНИЕ. При этом на интегратор дальности подается УН, а с интегратора скорости — импульсы $F_{скор}=9375$ Гц. В дальнейшем работа аналогична режиму ручного сопровождения. В результате за 2 с подвижные импульсы могут перемещаться в диапазоне дальности, равном 18 км.

Режим полуавтоматического сопровождения включается нажатием кнопки ПОЛУАВТ. на СУ5. В этом режиме кроме элементов режима ручного сопровождения участвует интегратор скорости.

При вращении штурвала дальности блока СУ5 с тахогенератора снимается постоянное напряжение, величина и полярность которого зависят от скорости и направления вращения штурвала.

В устройстве коммутации режимов это напряжение преобразуется в УН и $F_т$ и подается на интегратор скорости, где на реверсивном счетчике преобразуется в двоичный код. При остановке штурвала значение скорости на счетчике сохраняется. При дальнейшем вращении штурвала в ту или иную сторону показания счетчика либо увеличиваются, либо уменьшаются.

В интеграторе скорости под воздействием непрерывной последовательности импульсов частотой 600 кГц значение скорости, записанное в реверсивном счетчике, преобразуется в последовательность импульсов с $F_{скор}$. Эти импульсы подаются на интегратор дальности. В дальнейшем работа, как и в ручном режиме.

Оператор в режиме полуавтоматического сопровождения с помощью штурвала дальности подбирает такую скорость перемещения подвижных импульсов, чтобы визиры на развертках постоянно совпадали с отметкой цели.

Режим автоматического сопровождения является основным. Включается нажатием кнопки АВТ на рукоятке СУ5 после совмещения визиров на развертках СИ2 с отметкой от цели. Точное совмещение визиров на развертке точной дальности не обязательно, так как режиму автосопровождения предшествует режим захвата.

При автосопровождении цели участвуют все элементы, за исключением дискриминатора СО ЦУ-0.

При захвате цели на вход интегратора дальности через коммутатор подаются $УН_{захв}$ и $F_{т.\,захв}$, вырабатываемые в канале захвата и выделения сигнала ошибки.

На ДОГ 12 каналов в режиме СДЦ поступают видеоимпульсы с выхода первого фазового детектора системы СП (рис. 3.7). В амплитудном режиме сигналы цели поступают на ДОГ с выхода СП через модулятор.

В модуляторе постоянные по амплитуде видеоимпульсы модулируются импульсами типа меандр с частотой 585 Гц. Это необходимо для обеспечения передачи сигналов цели через фильтры доплеровских частот СД1—8.

На ДОГ кроме сигналов цели подается один из 12 стробов. Таким образом, диапазон дальности захвата составляет 600 м. В том ДОГ, где сигнал цели совпадает с импульсом строба дальности, происходит преобразование видеоимпульсов в переменное напряжение частотой $F_{бц}$.

На выходе каждого ДОГ установлены фильтры с полосой пропускания от 250 до 1875 Гц (рис. 3.11). С их выходов будут сниматься только синусоидальные напряжения с $F_{бц}$. Сигналы от пассивных помех будут подавлены.

На линейных детекторах синусоидальные напряжения с $F_{бц}$ преобразуются в постоянные и подаются на устройство анализа по максимуму. В этом устройстве в двоичном коде записывается номер канала с максимальным значением сигнала, а затем двоичный код преобразуется в последовательность импульсов.

Частота импульсов $F_{т.\,захв} \equiv 6-N$ при номере ДОГ меньше шести либо $F_{т.\,захв} \equiv N-7$ при номере ДОГ больше семи. В этом же устройстве вырабатывается постоянное напряжение $УН_{захв}$, полярность которого в первом случае положительна, а во втором отрицательна. Принцип получения $УН_{захв}$ и $F_{т.\,захв}$ показан на рис. 3.14.

На интегратор дальности подаются $F_{т.\,захв}$ и $УН_{захв}$. В дальнейшем работа аналогична режиму ручного сопровождения. В тот момент, когда сигнал цели оказывается в пределах 6 и 7-го стробов, $УН_{захв}=0$, $F_{т.\,захв}=0$ и система перейдет в режим автосопровождения.

При автосопровождении цели постоянно совмещается стык стробов 6 и 7 с серединой эхо-сигнала. С выхода 6-го фильтра (сигнал А) и с выхода 7-го фильтра (сигнал Б) напряжения с $F_{бц}$ подаются на устройство суммарно-разностной обработки СД1—2. Эти напряжения преобразуются в постоянные, и формируются два сигнала А—Б и А+Б, которые подаются в устройство формирования $F_{т.\,авт}$ и $УН_{авт}$ и цифровое АРУ.

В этом устройстве $F_{т.\,авт}$ вырабатывается прямо пропорциональным А—Б и обратно пропорциональным А+Б. Таким образом, осуществляется цифровая АРУ, что позволяет обеспечить динамический диапазон работы системы СД при изменении амплитуды входного сигнала в пределах 35 дБ.

Сигналы $F_{т.\,авт}$ и $УН_{авт}$ через коммутатор и схему коррекции подаются на интегратор скорости в виде $F_{т\,v}$ и $УН_v$ и записываются в реверсивном счетчике.

В интеграторе скорости под воздействием импульсов частотой 600 кГц значение скорости, записанное в двоичном коде, преобразуется в последовательность импульсов $F_{скор}$ и в знак скорости. Под воздействием $F_{скор}$ в интеграторе дальности происходит перемещение подвижных импульсов, 6-й и 7-й стробы совпадают с серединой эхо-сигнала.

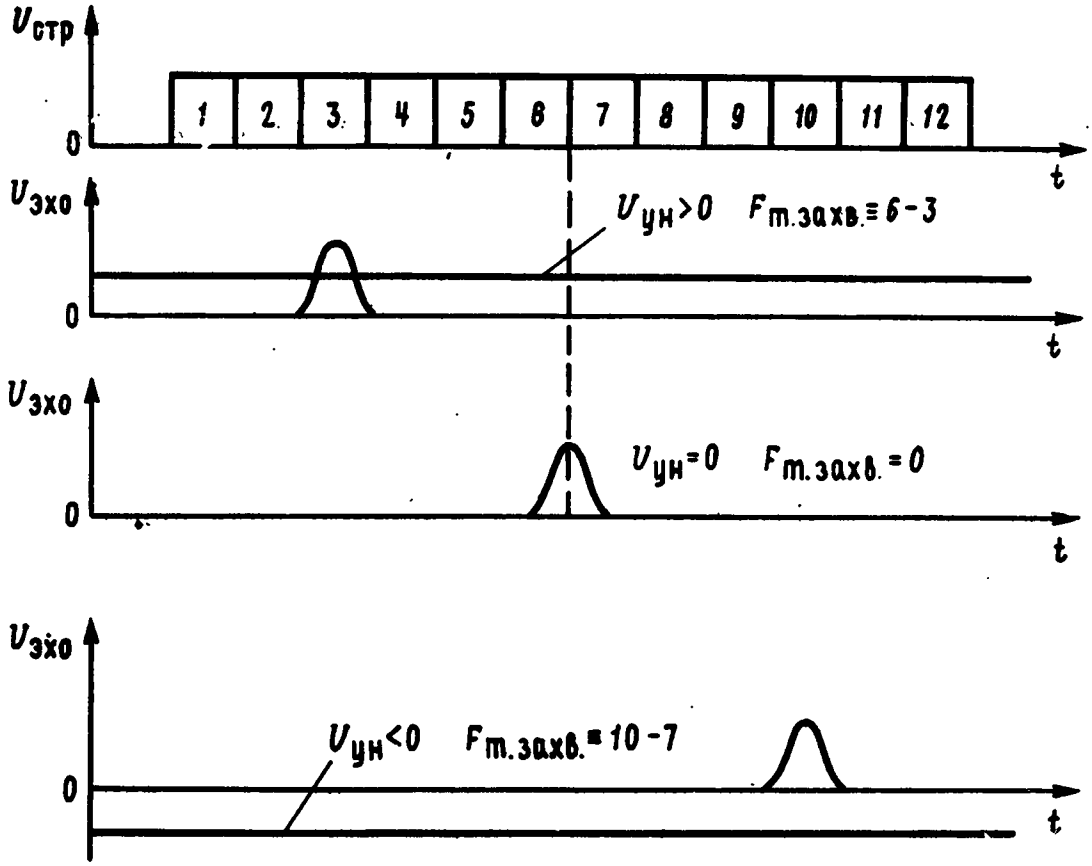


Рис. 3.14. Принцип получения сигналов захвата цели

Для автозахвата другой цели оператор нажимает кнопку СБРОС на СУ5, совмещает визиры в одном из режимов с отметкой от другой цели и вновь нажимает кнопку АВТ.

Режим целеуказания от СОЦ применяется для быстрого перемещения визиров на развертках СИ2 путем совмещения маркера с отметкой от цели на индикаторе СОЦ с помощью кнюппельного механизма.

Режим включается нажатием кнопки-табло ЦУ-0 на ОК1. При этом антенна ССЦ разворачивается по азимуту в направлении цели. На СД поступает импульс ЦУ-0, временное положение которого соответствует дальности до цели.

В работе СД в этом режиме участвуют дискриминатор СО ЦУ-0 и все элементы ручного режима. На дискриминатор поступают:

импульс запуска СД1 τ_0—13 мкс из СС1;
импульс срыва СД1 τ_0+133 мкс из СС1;
импульсы 6-го и 7-го стробов;
импульс ЦУ-0 из системы ОД СОЦ.

Принцип работы дискриминатора ЦУ-0 поясняется рис. 3.15. Под воздействием импульсов запуска, срыва, 6-го и 7-го стробов вырабатываются два широких строба, которые подаются на схему анализа. На нее поступают также импульсы ЦУ-0. В схеме анализа вырабатывается напряжение указателя направления ЦУ-0, полярность которого положительна при совпадении импульса ЦУ-0 с первым стробом и отрицательна при совпадении со вторым. Это напряжение через устройство коммутации режимов и коммутатор подается на интегратор дальности.

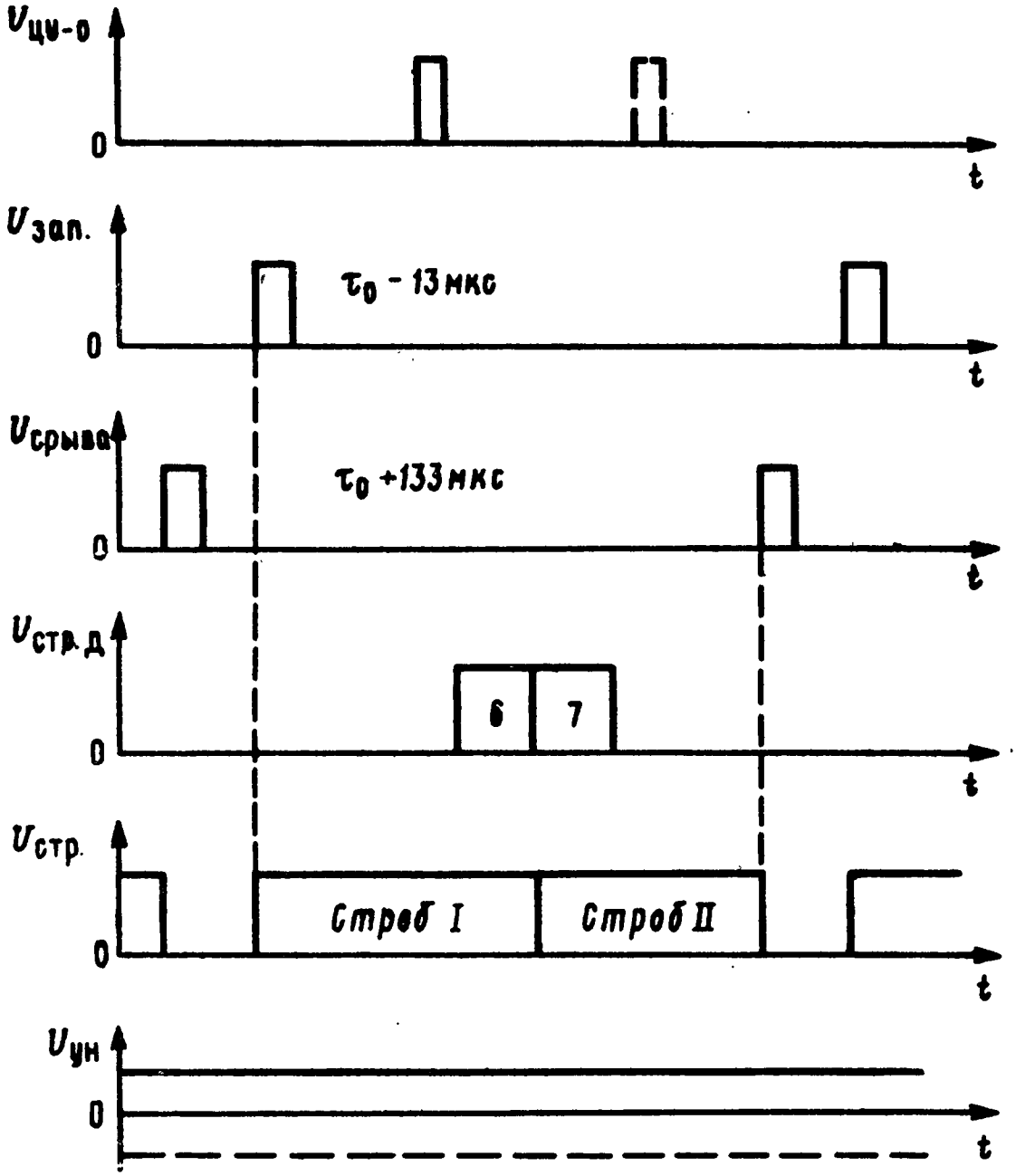


Рис. 3.15. Напряжения дискриминатора ЦУ-0

На интегратор дальности в этом режиме с интегратора скорости подается последовательность импульсов $F_т = 9375$ Гц. В результате работы реверсивного счетчика интегратора дальности 6-й и

7-й стробы перемещаются под середину импульса ЦУ-0, визиры на развертках СИ2 перемещаются в положение, соответствующее дальности до цели. Сам импульс ЦУ-0 на экранах индикаторов ССЦ не наблюдается.

В том случае, если невозможно сопровождение цели ССЦ по дальности из-за постановки помех или неисправности в приемопередающем тракте, может осуществляться сопровождение по дальности по данным СОЦ. Для этого необходимо нажать кнопки-табло ДАЛЬН. СОЦ на СУ5, ЦУ-0 на ОК1 и кнопку АВТ на рукоятке блока СУ5. При этом обеспечивается автосопровождение по импульсу ЦУ-0.

Режим инерционного сопровождения применяется при угрозе потери цели. Включается нажатием кнопки-табло ИНЕР на СУ5 либо автоматически с автомата помехи СП при воздействии активных шумовых помех. Переход в режим инерционного сопровождения возможен, если в любом другом режиме цель сопровождалась не менее 1 с.

В этом режиме на устройство коммутации подается постоянное напряжение с ЦВС, величина и полярность которого являются следствием экстраполяции траектории движения цели. В остальном работа аналогична режиму ручного сопровождения цели.

Исправность блока СД1 контролируется специальным устройством контроля в виде субблока СС1—7. На этот субблок подаются импульсы, поступающие в СД1 из системы СС, и импульсы, вырабатываемые в самом блоке СД1. При отсутствии хотя бы одного из импульсов в устройстве контроля вырабатывается логическая единица и загораются светодиоды на СД1 и СИ2.

3.7. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ АНТЕННЫ СУ

Назначение и состав

Система управления и стабилизации антенны предназначена для управления движением антенны в различных режимах.

Конструктивно система состоит из блоков:

СА1 — блок антенной колонки ССЦ;

СУ2 — блок выделения сигналов ошибок;

СУ3 — блок питания и фильтров;

СУ5 — блок управления.

В системе СУ можно выделить следующие системы:

угломестную систему наведения (ε);

азимутальную систему наведения (β);

угломестную систему стабилизации ($\Delta\varepsilon$);

азимутальную систему стабилизации (Δq).

Каждая из следящих систем имеет в качестве исполнительных элементов по две магнитопорошковые муфты типа БПМ-20, ведущие валы которых через редуктор приводятся во вращение асинхронным двигателем. Системы β и Δq имеют общий двигатель

ДАТ-600-6, а системы ε и $\Delta\varepsilon$ — двигатель типа ДАТ-250-8. По назначению, составу и принципу действия следящие системы по каналам азимута и угла места идентичны. На рис. 3.16 показана функциональная схема системы СУ по углу места.

Работа по функциональной схеме

Система СУ может работать в следующих режимах:
внутреннего (грубого) целеуказания;
точного целеуказания и захвата;
ручного наведения антенны по сигналам управления ССЦ;
автосопровождения;
автосопровождения НЛЦ при постоянном стабилизированном угле места электрической оси антенны;
инерционного сопровождения;
синхронизации электрической оси антенны с положением оптической оси прицел — визир;
внешнего целеуказания;
секторного поиска.

Режим внутреннего (грубого) целеуказания. Режим включается нажатием кнопки-табло ЦУ-0 на ОК1 либо нажатием кнопки-табло СБРОС, если СУ работала в другом режиме.

В этом режиме антенна устанавливается по ε на угол 7 град 30 мин, а по азимуту разворачивается в направлении маркера при их рассогласовании на $\Delta\beta \leqslant 20$ град. При рассогласовании на угол, превышающий 20 град, произойдет разворот башни, а вместе с ней и антенны ССЦ.

При включении режима запитываются обмотки реле Р1, Р5. Из ЦВС через заграждающий фильтр, потенциометр УЦУ и контакты реле Р1 на усилитель напряжения поступает напряжение сигнала ошибки. Это напряжение пропорционально рассогласованию между ДВК оси $\varepsilon^{c}_{н}$ и углом 7 град 30 мин, заложенным в программу ЦВС.

Напряжение сигнала ошибки усиливается усилителем напряжения и подается на сумматор, где суммируется с напряжением отрицательной обратной связи. Управляющее напряжение с выхода сумматора подается на усилители мощности.

Нагрузками выходных каскадов усилителей мощности являются обмотки магнитопорошковых муфт.

Вращение через одну из муфт передается от двигателя на ось ε^{c} и далее через дифференциал на ось $\varepsilon^{c}_{н}$ и антенну. Антенна разворачивается, разворачивается ось ДВК, напряжение сигнала ошибки стремится к нулю. Антенна устанавливается на угол 7 град 30 мин.

Работа следящей системы β в этом режиме аналогична. Особенность заключается в том, что напряжение сигнала ошибки вырабатывается в ЦВС пропорциональным углу рассогласования между ДВК оси и блока ручного целеуказания ОЦ—2.

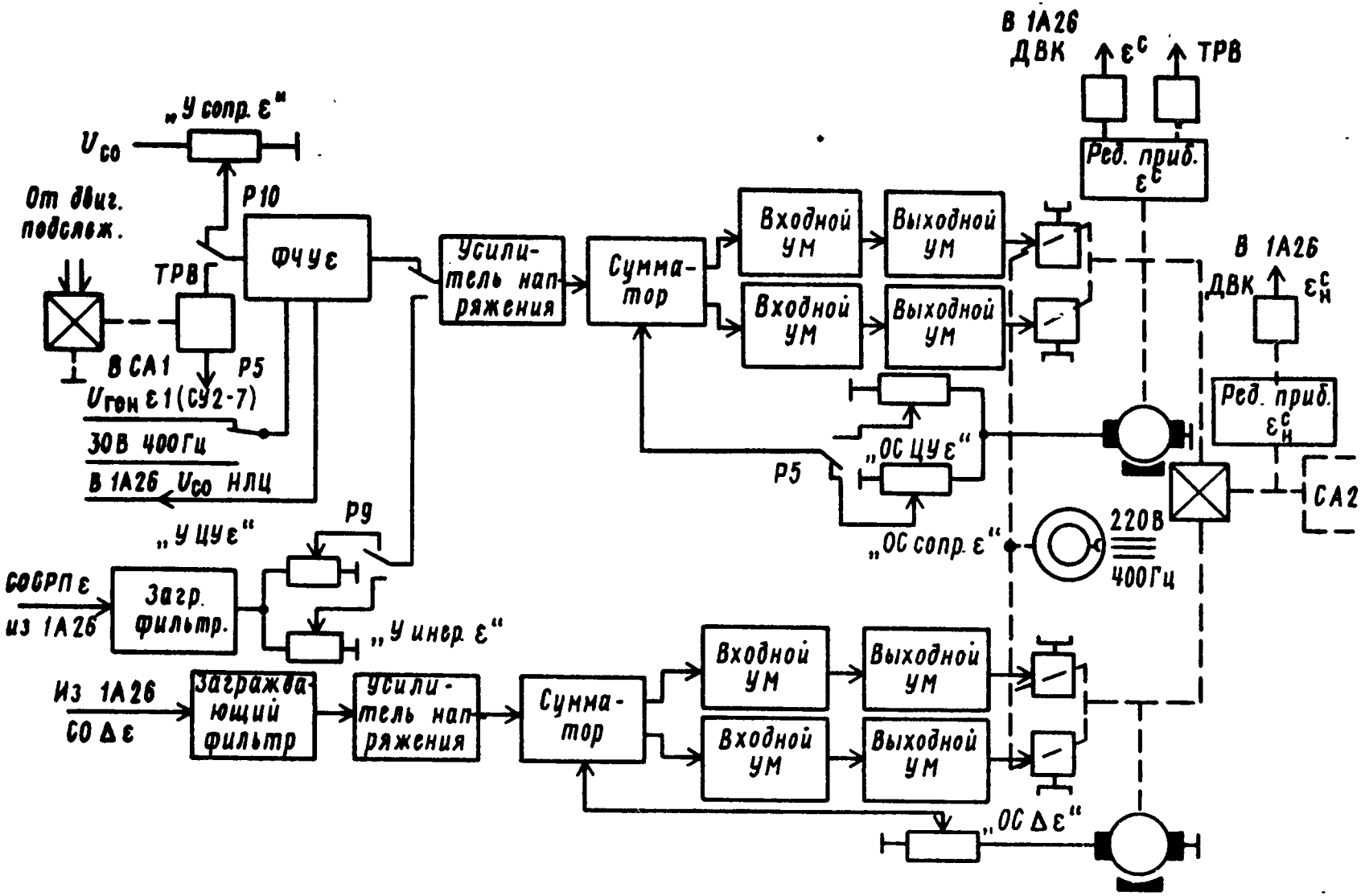


Рис. 3.16. Функциональная схема системы СУ по углу места

Динамические свойства следящих систем задаются с помощью потенциометров УЦУ ε (УЦУ β) и ОСЦУ ε (ОСЦУ β). С помощью первых двух потенциометров изменяется коэффициент передачи напряжения сигнала ошибки, а двух других — напряжения обратной связи.

Режим точного целеуказания и захвата. Включается нажатием кнопки ЗАХВАТ на ОЦ—2 после разворота по β в режиме грубого целеуказания. В системе ОД по центру пачки определяется точный азимут цели.

Напряжение сигнала ошибки вырабатывается в ЦВС пропорциональным разности $\beta^{c}_{н}$ и азимута центра пачки. Антенна ССЦ отрабатывает на азимут центра пачки. По углу места антенна наводится на цель маховиком СУ5.

Режим ручного наведения антенны по сигналам управления ССЦ. Включается нажатием кнопки-табло НАВЕД УМ на СУ5. Управление движением антенны по ε осуществляется с помощью маховика рукоятки на СУ5.

При нажатии кнопки-табло НАВЕД УМ запитываются обмотки реле Р10, Р5 блока и реле Р5 панели СУ2—7. Через контакты реле Р10 на ФЧУ подается управляющее напряжение с ВТ блока СУ5, ротор которого связан с маховиком. Через контакты реле Р5 (СУ2—7) на ФЧУ поступает опорное напряжение 30 В 400 Гц.

При вращении маховика ВТ СУ5 и ВТ СА1 оказываются рассогласованными. Под воздействием напряжения рассогласования, которое в ФЧУ преобразуется в постоянное напряжение, происходит поворот антенны по ε. При этом ротор ВТ СА1, кинематически связанный с осью $\varepsilon^{c}_{н}$, становится в согласованное положение с ВТ СУ5.

При включении любого другого режима согласование двух ВТ осуществляется через сервопривод.

При подходе антенны к верхнему и нижнему упорам замыкаются микровыключатели и угломестная система наведения переводится в режим динамического торможения. Благодаря этому выходные валы СА1 подходят к механическим упорам со скоростью, исключающей механическое повреждение.

Режим автосопровождения. Включается нажатием кнопки АВТ на СУ5 после наведения антенны на цель по β и ε и совмещения визиров на развертках блока СИ2 с отметкой от цели.

Реле блоков СУ в этом режиме обесточены, положение их контактов показано на схеме.

Напряжение сигнала ошибки частотой $F_{ск}=63$ Гц поступает из СП или СФ. В амплитуде напряжения заложена информация о величине, а в фазе — о направлении отклонения цели относительно оптической оси антенны. В угломестной системе наведения через потенциометр УСОПР ε и контакты реле Р10 это напряжение подается на ФЧУ. В качестве опорного на ФЧУ поступает напряжение с ГОН $F_{ск}=63$ Гц. На ФЧУ ε и ФЧУ β с ГОН подаются сдвинутые на 90 град по фазе синусоидальные напряжения.

За счет этого в ФЧУ происходит разделение общего напряжения сигнала ошибки на азимутальную и угломестную составляющие.

С выходов ФЧУ постоянные напряжения сигнала ошибки через усилитель напряжения подаются на сумматоры. На другие входы сумматоров через потенциометры ОС СОПР ε, ОС СОПР β с тахогенераторов подаются напряжения отрицательной обратной связи. Величина напряжений зависит от скорости вращения, а полярность — от направления вращения осей ε^c, β^c. В конечном итоге происходит поворот антенны по ε и β. Напряжение сигнала ошибки становится равным нулю. Таким образом, система СУ является следящей системой, замкнутой через пространство и цель.

При автосопровождении цели в движении антенна наводится на цель с учетом углов качки и курса. Суммирование углов ε^c и $\Delta\varepsilon$, β и Δq осуществляется на механических дифференциалах. Измерение $\Delta\varepsilon$ и Δq производится в СИУК. Напряжения сигнала ошибки, пропорциональные $\Delta\varepsilon$ и Δq, вырабатываются в ЦВС и подаются на угломестную и азимутальную системы стабилизации в виде постоянных напряжений СО СРП $\Delta\varepsilon$ и СО СРП Δq.

Следящие системы $\Delta\varepsilon$ и Δq по своему составу и принципу работы аналогичны следящим системам ε и β.

Режим автосопровождения НЛЦ при постоянном стабилизированном угле места электрической оси антенны. Режим необходим для уменьшения влияния на качество автосопровождения НЛЦ подстилающей поверхности.

Режим включается автоматически при $\varepsilon \leqslant 1$ град 30 мин в случае, если предварительно нажата одна из кнопок-табло РАЗРЕШ. НЛЦ на СУ5 или НЛЦ на ОК1.

Антенна устанавливается на $\varepsilon = 1$ град 30 мин, если угол места цели меньше или равен этому значению.

Напряжение сигнала ошибки НЛЦ с ФЧУ ε подается в ЦВС. При угле места цели равном 1 град 30 мин по команде из ЦВС срабатывает реле Р1. Под воздействием сигнала ошибки из ЦВС, поступающего на СУ через заграждающий фильтр, антенна устанавливается по углу места на 1 град 30 мин. По азимуту продолжается автоматическое сопровождение цели. В том случае, если угол места цели превысит 1 град 30 мин, знак напряжения, снимаемого с ФЧУ и поступающего в ЦВС, изменяется на противоположный. По команде из ЦВС обмотка реле Р1 обесточивается и СУ переходит в режим автосопровождения по β.

Режим инерционного сопровождения. Применяется при угрозе потери цели. Включается нажатием кнопки ИНЕР на СУ5 либо автоматически при больших угловых скоростях автосопровождения.

При нажатии кнопки-табло ИНЕР запитываются обмотки реле Р1, Р9. Напряжение сигнала ошибки СО СРП вырабатывается в ЦВС как сигнал рассогласования между значениями $\varepsilon^c_н$ ($\beta^c_н$), снимаемыми с ДВК СА1, и расчетными значениями. Расчетные значения вырабатываются в ЦВС на основании измеренных при автосопровождении координат и параметров движения цели. Напряжение СО СРП через заграждающий фильтр и потенциометр

У ИНЕР ε (У ИНЕР β) подается на усилитель напряжения. В дальнейшем работа аналогична предшествующим режимам.

Переход в режим инерционного сопровождения автоматически происходит следующим образом. При больших угловых скоростях антенны по азимуту, а это имеет место при подлете цели к параметру, наблюдается динамическое отставание при автосопровождении. Возрастает амплитуда напряжения сигнала ошибки, а следовательно, и величина постоянного напряжения на выходе ФЧУ β. При превышении определенного уровня оно поступает в ЦВС в виде команды на перевод в режим инерционного сопровождения.

Режим синхронизации электрической оси антенны с положением оптической оси прицел — визир. Включается нажатием кнопки-табло ОП на пульте наводчика, при этом запитывается обмотка реле Р1.

На входы усилителей напряжения подаются сигналы ошибок с ЦВС. Они вырабатываются как разность углов рассогласования датчиков на осях $\varepsilon^{c}_{н}$, $q^{c}_{н}$ с соответствующими датчиками оптического прицела. В остальном работа аналогична предшествующим режимам.

Режим внешнего целеуказания. Командир нажимает кнопку-табло ЦУ-Г на пульте командира и набирает значение азимута на цифровом табло ПУИ. Напряжение сигнала ошибки, пропорциональное разности углов $q^{c}_{н}$ и введенного значения азимута, из ЦВС подается на усилитель напряжения. В остальном работа аналогична режиму внутреннего (грубого) целеуказания.

Режим секторного поиска. Включается нажатием кнопки ПОИСК·ССЦ на ОК1. При этом срабатывает реле Р1. Через контакты этого реле из ЦВС подается напряжение сигнала ошибки СО СРП β. Это напряжение изменяется по синусоидальному закону с частотой 0,25 Гц. Под его воздействием антенна будет вращаться по азимуту в секторе ± 20 град.

Возможен переброс сектора в режиме внутреннего (грубого) целеуказания кнюппельным механизмом ОЦ2.

3.8. СИСТЕМА СИНХРОНИЗАЦИИ СС

Система синхронизации предназначена для согласования во времени работы всех импульсных устройств СОЦ, ССЦ и НРЗ.

Конструктивно система состоит из одного блока СС1, в котором размещаются субблоки двух синхронизаторов: СОЦ и ССЦ.

Синхронизатор СОЦ может работать в режиме общей синхронизации, т. е. с синхронизатором ССЦ, и в режиме автономной синхронизации.

В режиме автономной синхронизации частота повторения импульсов синхронизации СОЦ составляет 7500 Гц, а НРЗ — 750 Гц. Этот режим включается при нажатии кнопки-табло СЕТЬ на ОК1 и действует до перехода ССЦ в режим автосопровождения.

Синхронизатор ССЦ включается при нажатии кнопки-табло СЕТЬ на блоке СИ1 и может работать в режимах «Штатный» и «Вобуляция».

В режиме «Штатный» частота повторения импульсов синхронизации составляет 3750 Гц. Синхронизатор работает в этом режиме до нажатия кнопки АВТ на рукоятке СУ5 и одной из кнопок-табло СДЦ или ВОБУЛ.

В режиме «Вобуляция» частота повторения импульсов синхронизации изменяется по синусоидальному закону в пределах 2500—3750 Гц при нажатой кнопке-табло СДЦ и по псевдослучайному закону в тех же пределах при нажатых кнопках-табло СДЦ и ВОБУЛ. Возможно включение режима «Вобуляция» и без перехода в режим автосопровождения нажатием кнопки-табло РУЧН. ВОБУЛ на СУ5.

Режим «Вобуляция» выключается вручную нажатием кнопки-табло ЧАСТ. ШТАТН на СУ5 или автоматически на время действия импульса СТРОБ β при автосопровождении цели по азимуту и дальности с помощью СОЦ.

3.9. СИСТЕМА ИНДИКАЦИИ СИ

Назначение и состав

Система индикации СИ предназначена для отображения воздушной обстановки в зоне ДНА ССЦ и определения координат воздушной цели с точностью, достаточной для перехода на автосопровождение.

Конструктивно система СИ включает блоки:

СИ1 — индикатор дальность — угол места — азимут;

СИ2 — индикатор дальности.

Блоки расположены в шкафу № 1.

Работа блока СИ1 по функциональной схеме

Блок СИ1 предназначен для отображения воздушной обстановки в зоне действия ССЦ и обеспечивает наведение антенны ССЦ по углу места с точностью, достаточной для перехода на автосопровождение.

Функциональная схема блока показана на рис. 3.17. Вид экрана индикатора показан на рис. 1.6.

Формирование развертки дальности. Импульсы дистанции СИ1 длительностью 133 мкс поступают на формирователи импульсов запуска развертки дальности и импульсов подсвета. На эти же формирователи поступают импульсы длительностью 40 мс. Формирователи представляют собой временные селекторы. С формирователя импульсов запуска развертки снимаются отрицательные прямоугольные импульсы, которые подаются на формирователь пилообразного напряжения дальности. В последнем формируются пилообразные импульсы, которые через переменный резистор R16 подаются на усилитель тока. Нагрузкой усилителя тока является отклоняющая катушка. Луч трубки перемещается по вертикали, создавая на экране развертку дальности.

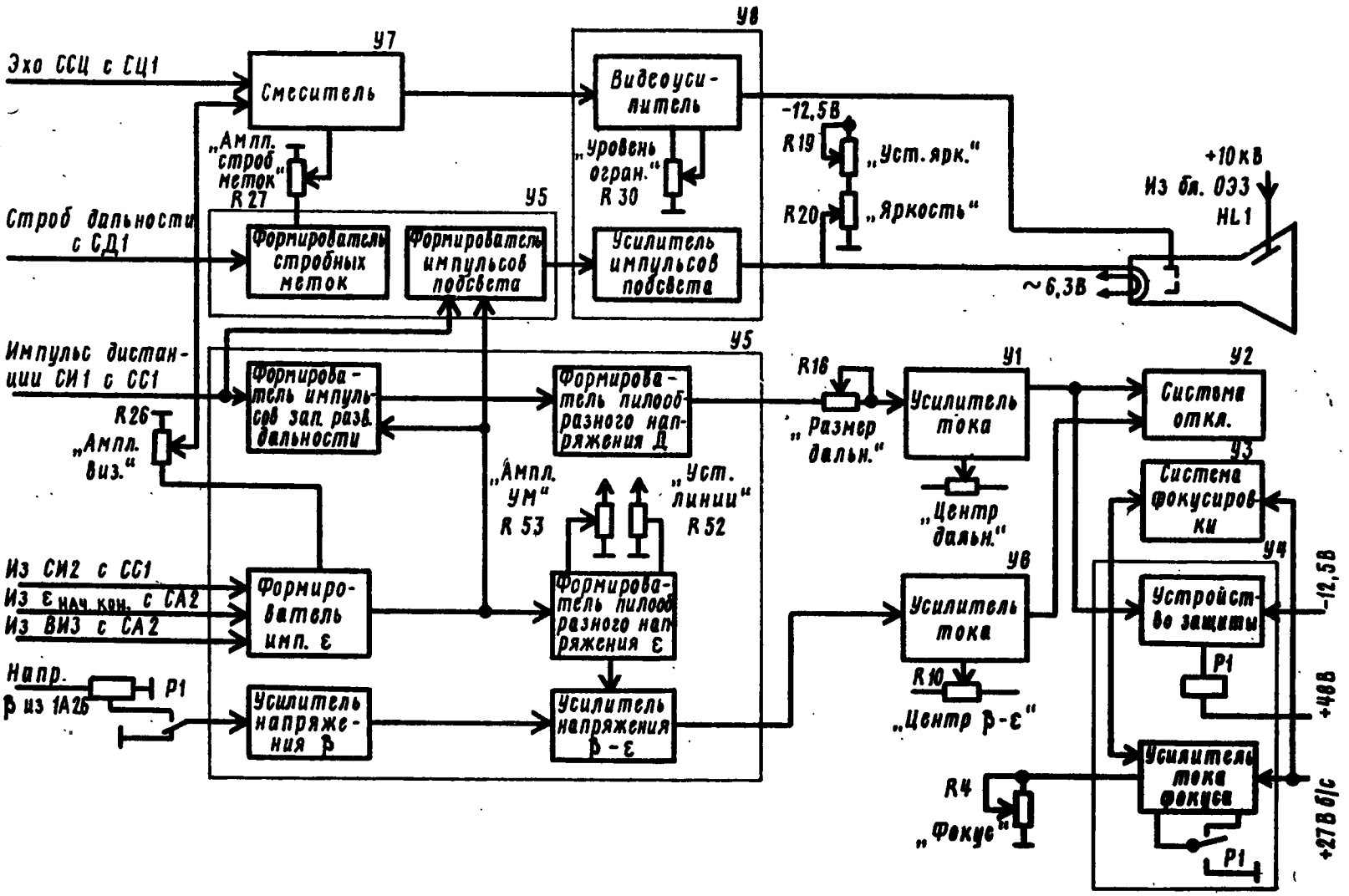


Рис. 3.17. Функциональная схема блока СИ1

Для подсвета прямого хода луча с формирователя импульсов подсвета на усилитель подаются пачки импульсов длительностью 40 мс. Длительность каждого импульса в пачке 133 мкс. Импульсы подсвета усиливаются усилителем и в отрицательной полярности подаются на катод электронно-лучевой трубки.

Импульсы развертки подаются также на устройство защиты. Для исключения прогорания экрана в случае отсутствия пилообразного напряжения запитывается обмотка реле Р1 У4 и происходит расфокусировка развертки.

Формирование развертки азимут — угол места. Импульсы запуска начала и конца ε и импульсы визира, соответствующие началу, концу и середине угломестного сектора 15 град, с угломестного датчика системы СА поступают на формирователь импульсов ε.

В формирователе импульсов ε вырабатываются положительные прямоугольные импульсы длительностью 40 мс. Передний фронт импульсов совпадает с импульсом начала ε, а задний — с импульсом конца ε. Кроме указанных выше формирователей развертки *Д* и импульсов подсвета эти импульсы подаются на формирователь пилообразного напряжения ε. Он вырабатывает пилообразные импульсы напряжения длительностью 40 мс, симметричные относительно нулевого уровня, которые подаются на усилитель напряжения β—ε. Потенциометрами «Ампл. УМ» и «Уст. линии» добиваются соответственно требуемой величины растровой развертки и ее симметричности по горизонтали.

При включении секторного поиска запитывается обмотка Р1 блока и через его контакты и потенциометр с ЦВС 1А26 поступает постоянное напряжение. Величина и полярность напряжения изменяются синхронно с вращением антенны по азимуту. Это напряжение усиливается усилителем β и подается на усилитель напряжения β—ε.

На усилителе β—ε напряжение β и пилообразное напряжение ε суммируются, что равносильно симметрированию пилообразного напряжения ε относительно напряжения β вместо нулевого уровня. Это и обеспечивает перемещение растра по горизонтали синхронно с поворотом антенны по β в режиме секторного поиска.

Суммарное напряжение β—ε с выхода усилителя напряжения подается на усилитель тока. Нагрузкой усилителя тока является отклоняющая катушка β—ε.

Формирование стробных меток, линии визира и отметок цели. На формирователь стробных меток из блока СД1 поступают положительные прямоугольные импульсы строба дальности длительностью 6,7 мкс. Временное положение этих импульсов изменяется при изменении дальности. Формирователь стробных меток формирует два положительных импульса малой длительности, временное положение которых соответствует переднему и заднему фронту импульса строба дальности. Импульсы стробных меток через потенциометр «Ампл. строб меток» подаются на смеситель. На два других входа смесителя поступают эхо-сигнал из блока СЦ1 и импульсы визира. С выхода смесителя суммарный сигнал

поступает на видеоусилитель, где усиливается и подается на модулятор трубки. Яркость меток и эхо-сигналов может изменяться потенциометром «Уровень огран», а яркость стробных меток и линии визира еще и с помощью потенциометров «Ампл. строб меток» и «Ампл. виз».

Работа блока СИ2 по функциональной схеме

Блок СИ2 предназначен для визуального наблюдения сигналов цели при сопровождении по дальности в одном из режимов.

Функциональная схема блока показана на рис. 3.18, а вид экрана — на рис. 1.6.

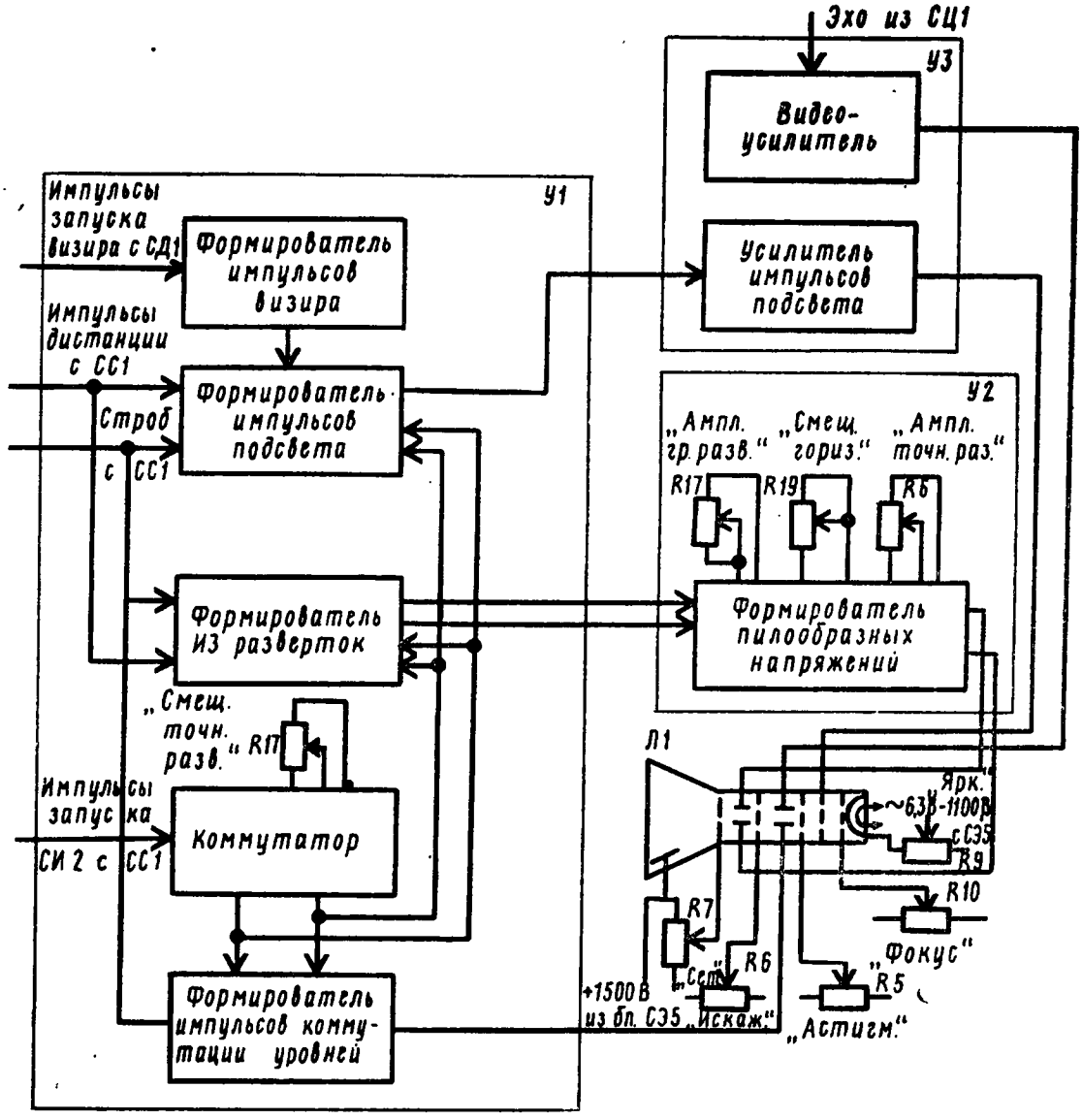


Рис. 3.18. Функциональная схема блока СИ2

Для формирования разверток дальности импульсы дистанции из блока СС1 длительностью 133 мкс и импульсы строба из блока СД1 длительностью 6,7 мкс поступают на формирователи импульсов запуска разверток и импульсов подсвета. Ввиду того что в

блоке используется однолучевая трубка, формирователи вырабатывают отрицательные прямоугольные импульсы длительностью 133 и 6,7 мкс через один период. Такую работу формирователей обеспечивает коммутатор.

Выходные напряжения формирователя импульсов запуска разверток подаются на формирователь пилообразных напряжений, где вырабатываются поочередно два парофазных пилообразных напряжения длительностью 133 и 6,7 мкс. Эти импульсы подаются на горизонтально отклоняющие пластины трубки и формируют развертки грубой и точной дальности.

С помощью переменных резисторов «Ампл. гр. разв» и «Ампл. точн. разв» изменяется длина развертки. Движки переменных резисторов ставятся в такое положение, при котором концы разверток отстоят от концов экрана на 1—2 мм.

Коммутация разверток осуществляется коммутатором, на который кроме импульсов дистанции и строба поступают импульсы запуска СИ2. Коммутатор формирует две последовательности импульсов типа меандр положительной полярности, сдвинутых друг относительно друга на период повторения ССЦ. Импульсы с выхода коммутатора подаются на формирователи импульсов запуска разверток, импульсов подсвета и импульсов коммутации уровней.

Формирователь импульсов коммутации уровней формирует отрицательный перепад на нижней вертикально отклоняющей пластине на время создания развертки грубой дальности. Для создания на этой развертке «пьедестала» под воздействием импульса строба относительно отрицательного перепада вырабатывается импульс отрицательной полярности длительностью 6,7 мкс.

Для подсвета прямого хода луча в формирователе импульсов подсвета через период формируются импульсы отрицательной полярности длительностью 133 и 6,7 мкс. В середине импульса подсвета развертки точной дальности действуют два кратковременных положительных импульса визира.

Они вырабатываются формирователем импульсов визира под воздействием импульсов запуска визира с СД1. Импульсы подсвета и визира усиливаются усилителем и подаются на модулятор электронно-лучевой трубки.

Видеоимпульсы от целей с выхода приемной системы через видеоусилитель в СЦ1 подаются на видеоусилитель блока СИ2. Усиленные видеоимпульсы поступают на верхнюю вертикально отклоняющую пластину трубки и отображаются в виде амплитудных отметок.

3.10. ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ССЦ

Органы управления и контроля ССЦ расположены на передних панелях блоков СИ1, СИ2 и СУ5 рис. 3.19.

На передней панели СИ1:

кнопка-табло СЕТЬ — для включения напряжений питания 220 В 400 Гц и ±27 В на ССЦ;

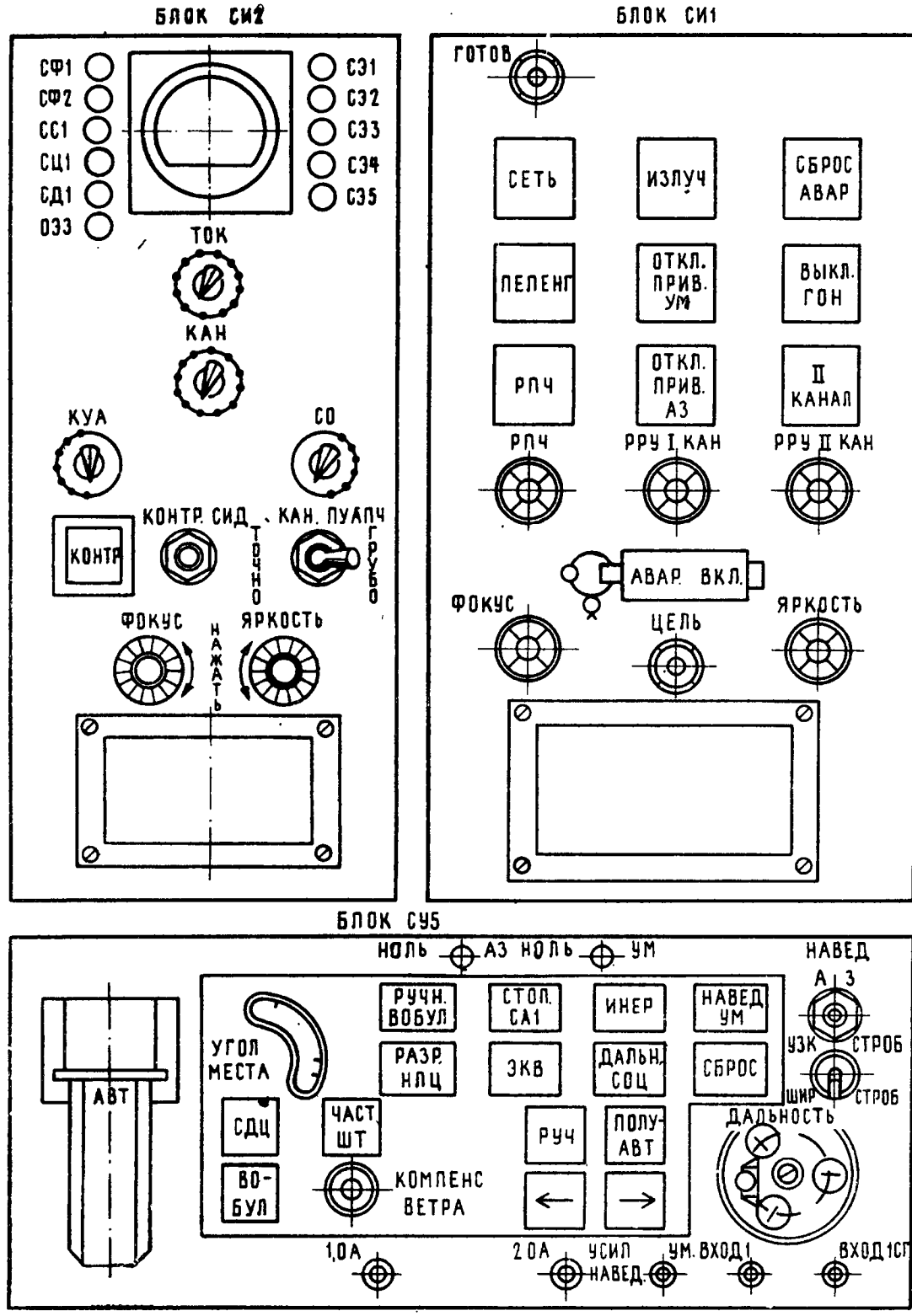


Рис. 3.19. Передние панели блоков СИ1, СИ2, СУ5

кнопка-табло РАБОТА — для включения высоковольтного выпрямителя системы СГ. Подсвечивается при достижении высоким напряжением номинального значения;

сигнальная лампа ГОТОВ — для сигнализации о срабатывании реле времени;

кнопка-табло СБРОС АВАР — для сигнализации о перегрузке в цепях высоковольтного выпрямителя системы СГ и для повторного включения высокого напряжения;

кнопка-табло ПЕЛЕНГ — для подключения пеленгового облучателя системы СА при проверках и настройках без включения режима автосопровождения;

кнопки-табло ОТКЛ. ПРИВ. УМ, ОТКЛ. ПРИВ. АЗ — для отключения питания на двигатели азимута и угла места системы СУ;

кнопка-табло ВЫКЛ. ГОН — для отключения генератора опорного напряжения при проверках и настройках;

кнопка-табло РПЧ — для включения режима ручной подстройки частоты магнетрона;

ручка РПЧ — для подстройки частоты магнетрона в ручном режиме;

кнопка-табло II КАНАЛ — для включения в работу второго канала системы СП в режиме поиска целей;

ручки РРУ I КАН., РРУ II КАН. — для ручной регулировки коэффициентов усиления соответственно первого и второго каналов системы СП;

ручки ЯРКОСТЬ, ФОКУС — для установки оптимальной яркости и фокусировки развертки на блоке СИ1;

светодиод ЦЕЛЬ — для сигнализации оператору о захвате цели в СОЦ.

На передней панели СИ2:

группа светодиодов ОТКАЗ — для индикации о выходе из строя соответствующих блоков;

переключатели ТОК, КАН, КУА, СО и тумблер ГРУБО — ТОЧНО — для коммутации измерительного прибора при проверках и настройках систем ССЦ;

кнопка КОНТР. СИД — для контроля исправности светодиодов ОТКАЗ на СИ2;

кнопка-табло КОНТР. — для подачи контрольного сигнала на вход приемной системы с выхода блока СФ3;

ручки ЯРКОСТЬ и ФОКУС — для установки оптимальной яркости и фокусировки разверток на блоке СИ2.

На передней панели СУ5:

кнопка АВТ на рукоятке — для перевода ССЦ в режим автосопровождения;

штурвал НАВЕД. УМ — для ручного управления антенной ССЦ по углу места;

шкала УГОЛ МЕСТА — для контроля за положением антенны ССЦ по углу места;

кнопка-табло СДЦ — для включения режима селекции движущихся целей;

кнопка-табло ВОБУЛ — для включения режима вобуляции по псевдослучайному закону в режиме автосопровождения цели;

кнопка-табло ЧАСТ. ШТ — для выключения режима вобуляции частоты повторения;

ручка КОМПЕНС. ВЕТРА — для установки минимального уровня сигналов пассивных помех, движущихся под действием ветра;

кнопка-табло РУЧН. ВОБУЛ — для включения режима вобуляции при поиске цели;

кнопка-табло РАЗРЕШ. НЛЦ — для включения режима работы СУ по низколетящим целям;

кнопка-табло СТОП СА1 — для стопорения антенны ССЦ в походном положении по азимуту и углу места;

кнопка-табло ЭКВИВ. — для подключения выхода передающей системы к эквиваленту антенны;

кнопки-табло РУЧ, ПОЛУАВТ, ДАЛЬН. СОЦ — для включения соответствующих режимов в системе измерения дальности СД;

кнопки-табло ПРИБЛИЖЕНИЕ, УДАЛЕНИЕ — для быстрого переброса подвижных стробов дальности;

кнопка-табло ИНЕР — для включения в ССЦ режима инерционного сопровождения;

кнопка-табло НАВЕД. УМ — для включения режимов ручного наведения антенны по углу места;

кнопка-табло СБРОС — для выключения режимов работы ССЦ;

штурвал ДАЛЬНОСТИ — для сопровождения цели по дальности в ручном и полуавтоматическом режимах;

кнопка НАВЕДЕН. АЗ — для остановки антенны в нужном направлении при секторном поиске;

тумблер УЗК СТРОБ — ШИР СТРОБ — для коммутации цепей подачи в КУА узкого или широкого строба;

светодиоды НОЛЬ АЗ, НОЛЬ УМ — для индикации нулевых значений положения антенны по азимуту и углу места перед стопорением.

Глава 4

ЦИФРОВАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ЦВС 1А26. СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ КАЧЕК СИУК 1Г30

4.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЦВС 1А26

Цифровая вычислительная система ЦВС 1А26 предназначена для решения задач управления и стабилизации вооружения, радиолокационных и оптических средств при боевой работе и для проверки правильности функционирования систем зенитной самоходной установки.

В состав ЦВС входят:

цифровая вычислительная машина «Аргон-15» ЦВМ А-15;

устройство ввода-вывода УВВ;

пульт управления и индикации ПУИ;

распределитель питания.

Цифровая вычислительная система может работать в одном из следующих режимов:

БР — боевой работы;

КП-У — комплексной проверки установки;

РП-У — регламентной проверки установки;

ВВ — ввода информации;

ВЫВ — вывода информации;

АП-ЦВС — автономной проверки ЦВС;

АП-ЦВМ — автономной проверки ЦВМ А-15;

АП-УВВ — автономной проверки УВВ и ПУИ;

АП-Р — проверки ракетных программ.

Включение необходимого режима работы осуществляется при помощи переключателя РЕЖИМ на пульте управления и индикации ПУИ.

В режиме боевой работы ЦВС решает комплекс задач, непосредственно связанных с обнаружением цели, передачей целеуказания, сопровождением и обстрелом цели, а также приведением ЗСУ в боевое и походное положения.

В режиме комплексной проверки ЗСУ цифровая вычислительная система с помощью решения контрольных задач производит проверку исправности работы ЗСУ в целом. При этом обеспечивается индикация на ПУИ результатов проверки, а также высвечивается условный номер предполагаемых неисправных систем.

В режиме регламентной проверки ЗСУ цифровая вычислительная система производит контроль статической и динамической точности систем ЗСУ, а также проверку реакции следящих систем на скачек и синусное воздействие. Результаты контроля отображаются на ПУИ.

В режиме ввода ЦВС обеспечивает возможность записи информации с ПУИ в произвольную ячейку ОЗУ и ДЗУС.

В режиме вывода цифровая вычислительная система обеспечивает возможность вывода для индикации на ПУИ данных, хранящихся в памяти ЦВС.

В режиме автономной проверки ЦВС производится тестовый контроль цифровой вычислительной системы в целом с индикацией на ПУИ результатов контроля и указанием предполагаемого неисправного блока.

В режиме автономной проверки ЦВМ А-15 производится тестовый контроль цифровой вычислительной машины с индикацией на ПУИ результатов контроля. При этом высвечивается индекс отказавшего блока ЦВМ.

В режиме автономной проверки УВВ производятся контроль и диагностика панелей УВВ и ПУИ с индикацией результатов контроля на ПУИ. На неисправной панели УВВ загорается светодиод.

В режиме проверки ракетных программ производится тестовый контроль систем управления наведением ЗУР 9М311 путем решения 14 задач с индикацией результатов контроля на ПУИ.

Структурная схема ЦВС приведена на рис. 4.1.

Цифровая вычислительная машина предназначена для решения задач управления и контроля ЗСУ 2С6 в реальном масштабе времени. В состав ЦВМ входят вычислительный блок ВЧУ-13М, три блока долговременного запоминающего устройства ДЗУ-26, блок оперативного запоминающего устройства ОЗУ — 15П, блок долговременного запоминающего устройства со сменной информацией ДЗУС-3М и блок питания БП-45.

Устройство ввода-вывода, конструктивно размещенное в двух блоках Б1 и Б2, в процессе работы выполняет следующие функции.

1. Организацию обмена цифровыми кодами с ЦВМ А-15.
2. Выработку сигналов прерывания в ЦВМ А-15, обеспечивающих решение задач в реальном масштабе времени.
3. Экстраполяцию расчетных значений управляющих сигналов.
4. Выработку сигналов ошибок следящих систем по алгоритму наикратчайшей обработки.
5. Преобразование цифровых кодов в напряжение постоянного тока.
6. Преобразование цифровых параллельных кодов в последовательные и обратно.
7. Преобразование цифровых кодов в сигналы запитки обмоток реле.
8. Преобразование входных релейных команд в цифровой код.

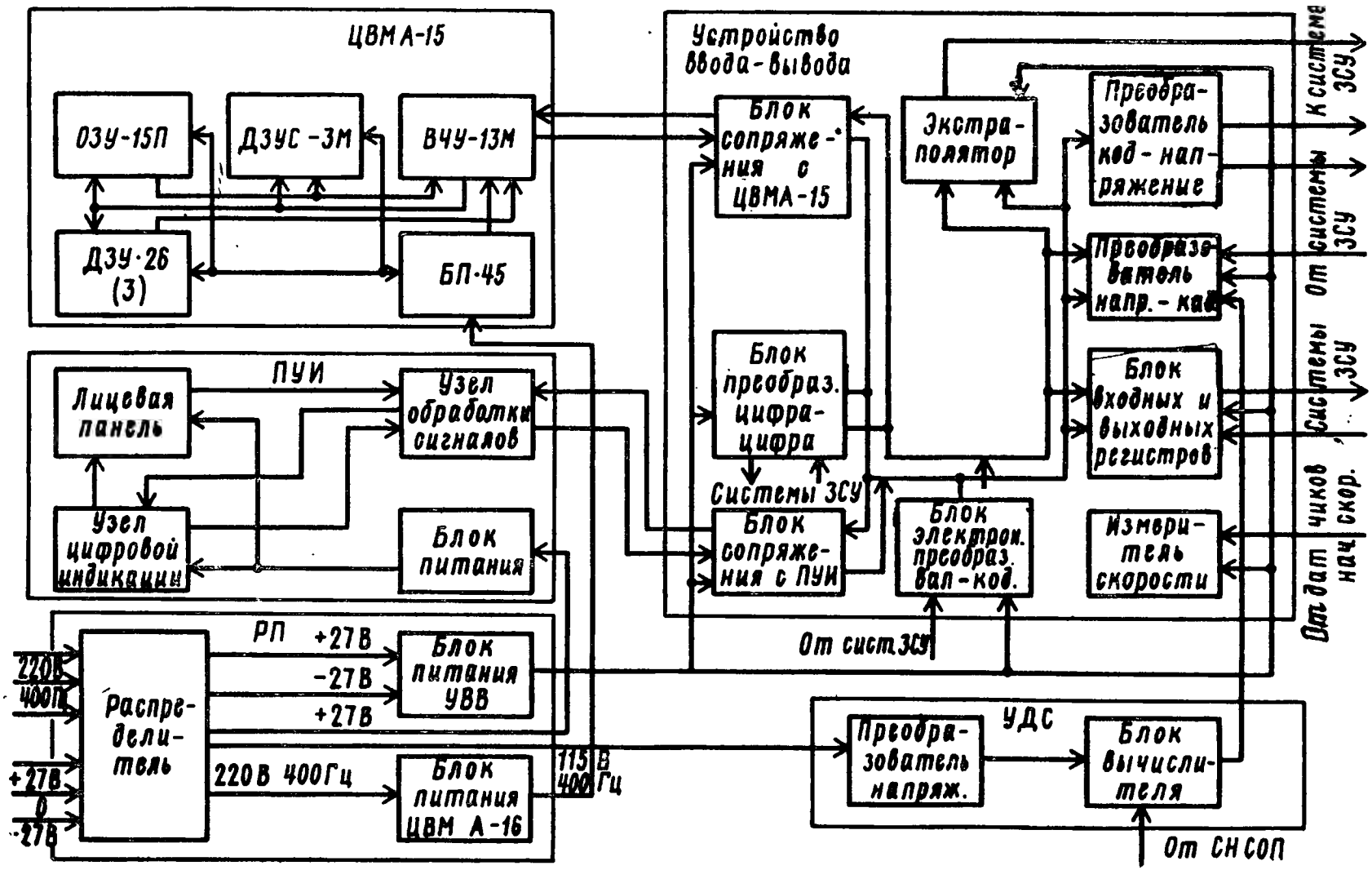


Рис. 4.1. Структурная схема ЦВС

9. Преобразование углов поворотов валов в цифровой код.

10. Преобразование входных напряжений постоянного тока в цифровой код.

11. Прием и подсчет пройденного пути по двум координатам с преобразованием в цифровой код.

12. Преобразование временного интервала, соответствующего начальной скорости полета снаряда, в цифровой код.

13. Организацию обмена последовательными цифровыми кодами с ПУИ.

Включение и запуск ЦВС, установка режимов работы, ввод метеоданных, координат ЗСУ, углов запрета стрельбы и других данных, вывод данных из памяти ЦВМ, индикация параметров движения цели и результатов контроля исправности систем осуществляются при помощи органов управления, расположенных на лицевой панели пульта управления и индикации ПУИ.

Распределитель питания РП обеспечивает стабилизацию напряжений для питания УВВ, выдает необходимые питающие напряжения для всех систем ЦВС.

4.2. ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ЦВС

Все органы управления и контроля ЦВС расположены на лицевой панели пульта управления и индикации ПУИ (рис. 4.2) и включают в себя:

цифровой индикатор ЦИ1 — для отображения параметра Р сопровождаемой цели в режиме БР и для визуального контроля вводимого числа в режиме ВВ;

цифровой индикатор ЦИ2 — для отображения скорости V сопровождаемой цели в режиме БР и для отображения результатов решения контрольных задач в контрольных режимах;

цифровой индикатор ЦИ3 — для отображения высоты H сопровождаемой цели в режиме БР и для отображения результатов решения контрольных задач в контрольных режимах;

цифровой индикатор ЦИ4 (5, 6) — для отображения времени до входа цели в зону В (Д, А) в режиме БР, для визуального контроля шифра вводимого или запрашиваемого из памяти ЦВМ параметра в режимах ВВ, ВЫВ и для отображения результатов решения контрольных задач;

сигнализатор ЗОНА В ВХОД — загорается за 5 с до входа цели в зону В (Д, А);

сигнализатор ЗОНА В (Д, А) — загорается при нахождении цели в зоне В (Д, А);

цифровой индикатор ЦИ7 (8, 9) — для отображения времени до выхода цели из зоны «В» («Д», «А») в режиме БР и для отображения результатов решения контрольных задач;

светодиоды ГОТОВНОСТЬ — загораются при исправных системах ЦВС;

светодиоды НЕИСПРАВНОСТЬ — загораются в случае выхода из строя отдельных блоков и систем;

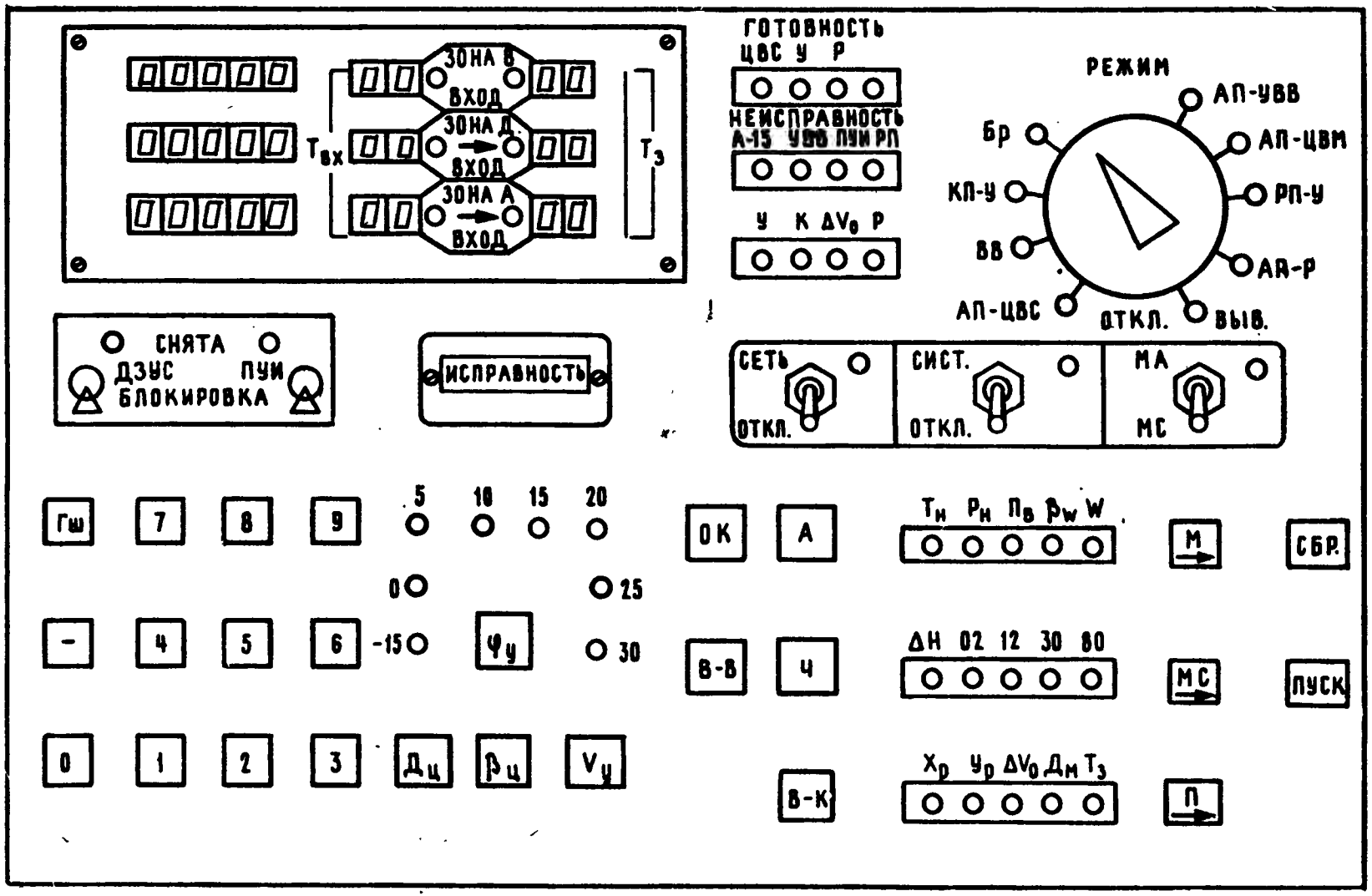


Рис. 4.2. Передняя панель ПУИ

переключатель РЕЖИМ — для включения необходимого режима работы ЦВС;

светодиод СЕТЬ — для индикации включения питания на ЦВС;

тумблер СЕТЬ — ОТКЛ. — для включения питания на ЦВС;

тумблер СИСТ — ОТКЛ. — для информационного подключения ЦВМ к ЦВС;

светодиод СИСТ — для индикации о включении тумблера СИСТ;

тумблер МА — МС — для переключения подрежимов «Метео»;

кнопка М — для ручной переадресации параметров в подрежиме МА;

кнопка МС — для ручной переадресации параметров в подрежиме МС;

кнопка П — для ручной переадресации параметров $X_р$, $Y_р$, ΔV_0, $Д_м$, $T_з$;

кнопка СБРОС — для выключения программ ЦВС;

кнопка ПУСК — для запуска программ ЦВС;

кнопка В — К — для запуска программы вывода контрольных параметров на цифровые индикаторы;

кнопка А — для ввода адреса в ДЗУС и ОЗУ в режимах ВВ и ВЫВ при обращении в произвольные ячейки памяти ЦВМ;

кнопка Ч — для ввода числа в память ЦВМ по произвольному адресу;

кнопка $\beta_ц$ — для ввода значения азимута цели при ЦУ-Г в режимах БР и ВВ;

кнопка $Д_ц$ — для ввода параметра $Д_ц$ при ЦУ-Г в режимах БР и ВВ;

кнопка $\varphi_у$ — для ввода значений углов ограничения стрельбы в режимах БР и ВВ;

кнопка $V_ц$ — для ввода значений скорости цели в режимах БР, ВВ;

светодиоды 30, 25, 20, 15, 10, 5, 0, — 15 — для индикации значения $\varphi_ц$, введенного в память ЦВМ;

кнопка В — В — для запуска программ ввода-вывода информации;

кнопка 0К — для установки нуля качек;

кнопки цифрового наборного поля — для задания числовых значений вводимых параметров;

кнопка ГШ — для сброса неправильно набранного значения параметра в регистре числа ПУИ;

тумблер БЛОКИРОВКА ПУИ — СНЯТА — для блокировки органов управления ПУИ от случайного нажатия;

тумблер БЛОКИРОВКА ДЗУС — СНЯТА — для блокировки ДЗУС от случайного обращения с ПУИ;

транспарант ИСПРАВНОСТЬ — мигает в случае неисправности ЦВС.

4.3. СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ КАЧЕК СИУК 1Г30

Система измерения углов качек СИУК 1Г30 предназначена для измерения углов продольной качки ψ_c, поперечной качки Θ_c и курса ЗСУ Q_c.

В состав СИУК входят:

гирокурсокреноуказатель ГККУ;

размножитель угла курса РУ Q_c;

размножитель угла продольной качки РУ ψ_c;

размножитель угла поперечной качки РУ Θ_c;

пульт управления ПУ;

распределительная коробка РК.

Функциональная схема СИУК показана на рис. 4.3.

Углы поперечной, продольной качки и угол курса измеряются гирокурсокреноуказателем ГККУ, который представляет собой гироскопическое устройство, состоящее из гирокурсоуказателя и датчика крена.

Гирокурсоуказатель предназначен для измерения угла курса Q_c ЗСУ. Он установлен в дополнительном карданном подвесе, который стабилизирует гироузел М7 в плоскости горизонта. Измерительным элементом является гироузел М7. Принцип действия гирокурсоуказателя основан на способности трехстепенного гироскопа удерживать положение оси собственного вращения в пространстве неизменным. Для того чтобы обычный трехстепенной гироскоп мог выполнять функции азимутального гироскопа, необходимо ось ротора гироскопа удерживать в плоскости горизонта.

Напряжение, пропорциональное углу курса, снимается с сельсина-датчика М2, связанного с осью Z гироузла. С сельсином-датчиком М2 электрически связан сельсин-приемник, расположенный в приборной следящей системе размножителя угла курса Q_c. Приборная следящая система синхронно отрабатывает сигнал рассогласования, пропорциональный углу курса, разворачивая сельсин-датчик СС1 и датчик вал — код.

Напряжение, пропорциональное углу курса и снимаемое с сельсина-датчика СС1, поступает в навигационную аппаратуру. Двоичный код, пропорциональный углу курса и снимаемый с датчика вал — код, подается в ЦВС 1А26.

Датчик крена предназначен для измерения углов поперечной и продольной качки ЗСУ. Измерительным элементом является гироузел М1, который представляет собой трехстепенной гироскоп с вертикальным расположением оси вращения и устройством горизонтальной коррекции. На осях датчика крена установлены синусно-косинусные трансформаторы СКТ-датчики ТрВ1 и ТрВ2. С обмоток СКТ-датчиков снимаются напряжения, пропорциональные углам поперечной и продольной качки. Эти напряжения подаются на СКТ-приемники, расположенные в приборных следящих системах размножителей угла поперечной и продольной качки. Приборные следящие системы синхронно отрабатывают сигнал рассогласования, пропорциональный углам поперечной и продольной качки. Размножители углов поперечной и продольной качки оди-

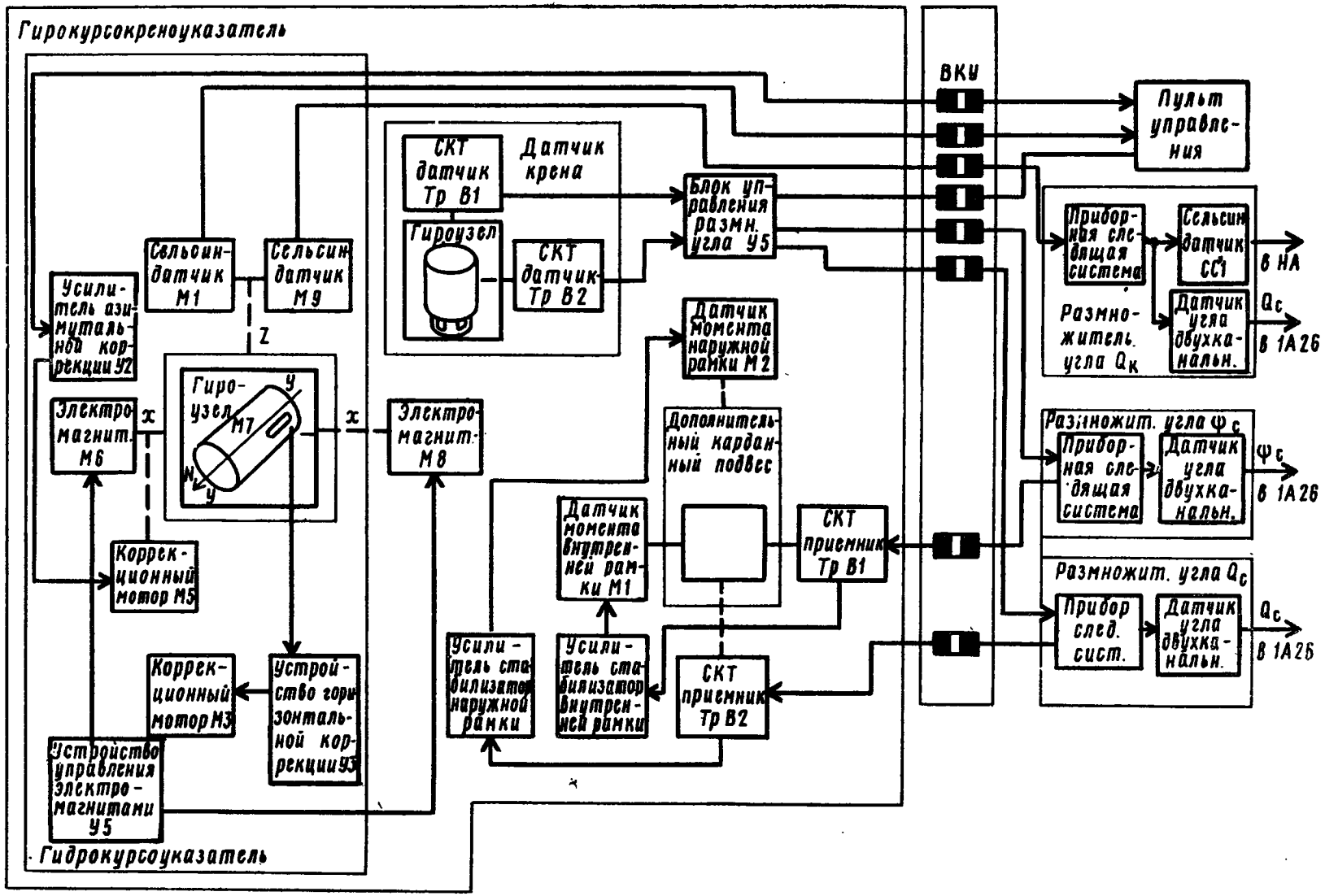


Рис. 4.3. Функциональная схема СИУК 1Г30

наковы по своему устройству. При отработке приборной следящей системой сигнала рассогласования разворачивается датчик вал — код. Он развернется на угол, пропорциональный углу качки. С выхода датчика вал — код двоичный код, пропорциональный углам качек, подается в цифровую вычислительную систему ЦВС 1А26.

Одновременно с разворотом датчика вал — код приборные следящие системы размножителей углов поперечной и продольной качки выдают электрический сигнал, пропорциональный углам качки, на СКТ-приемники ТрВ1 и ТрВ2, расположенные по осям наружной НР и внутренней ВР рамки дополнительного карданного подвеса ГККУ. Это необходимо для стабилизации подвеса в горизонтальной плоскости.

В процессе работы ГККУ необходимо компенсировать поворот оси вращения ротора гироскопа гироузла М7 с течением времени относительно заданного азимутального направления, т. е. так называемый уход гироскопа. Для компенсации уходов гироскопа в гирокурсоуказателе имеется устройство азимутальной коррекции. Компенсация осуществляется путем подачи на обмотку управления азимутального коррекционного мотора М5 напряжений, пропорциональных по величине необходимым компенсационным моментам. Азимутальный коррекционный мотор создает такой момент, что вызываемая им прецессия гироскопа относительно оси Z равна по величине и противоположна по направлению имеющимся уходам.

На передней панели пульта управления имеются широтный потенциометр φ, устанавливаемый на деления, соответствующие широте места эксплуатации ЗСУ, и потенциометр ЭЛБ для точной электробалансировки гироскопа.

Измерение ухода гироскопа в процессе работы на месте и установка потенциометра ЭЛБ в нужное положение производятся с помощью устройства автоподстройки. После начала движения ЗСУ устройство автоподстройки отключается.

На передней панели пульта управления ПУ расположены следующие органы управления и контроля:

лампа ГОТОВ — сигнализирует о готовности ГККУ к работе;

лампа АП — сигнализирует о включении устройства автоподстройки;

лампа НЕИСПР. — сигнализирует о неисправности ГККУ;

кнопка КН1 — для включения режима контроля балансировки гироскопа;

тумблер — 27 В — ГКУ — для включения питания на ГККУ;

тумблер РК — ВЫКЛ. — для коммутации цепей подачи сигналов от ГККУ на размножители углов качек.

Глава 5

ОПТИЧЕСКИЙ ПРИЦЕЛ С СИСТЕМОЙ НАВЕДЕНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ 1А29

5.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О 1А29

Назначение и состав

Оптический прицел с системой наведения и стабилизации 1А29 предназначен для поиска, обнаружения, сопровождения воздушных и наземных целей и определения рассогласования между положением ракеты и оптической линией визирования, а также для наблюдения за целями в режиме слежения за угловыми координатами ССЦ в составе изделия 2С6.

Изделие 1А29, функциональная схема которого показана на рис. 5.1, включает:

прицельно-оптическое оборудование;

систему наведения и стабилизации оптического прицела;

аппаратуру выделения координат.

Основные тактико-технические характеристики:

увеличение	— 8^{x};
поле зрения	— 8 град;
пределы визирования:	
по азимуту	— ±137 град;
по углу места	— от минус 12 до 84 град;
максимальные угловые скорости:	
в режиме автомат:	
по азимуту	— 80 град/с;
по углу места	— 70 град/с;
в режиме ОП по двум каналам	— 30 град/с;
в режиме ОП-Р	— 10 град/с;
время непрерывной работы	— 24 ч.

Характеристика элементов 1А29

Прицельно-оптическое оборудование ПОО-2 предназначено для поиска, обнаружения, сопровождения и прицеливания по воздушным и наземным целям.

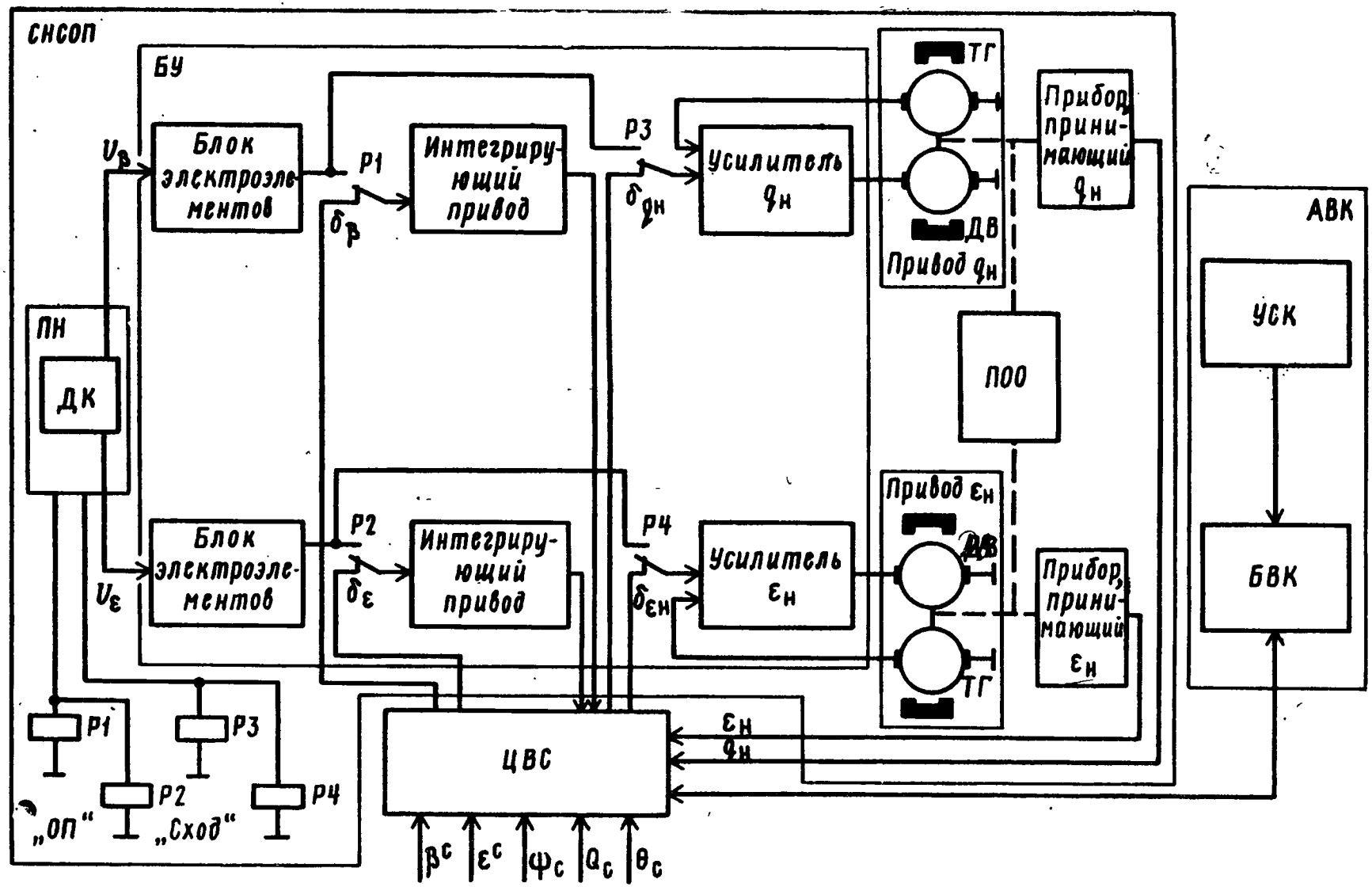


Рис. 5.1. Функциональная схема 1А29

Основным элементом ПОО-2 является визирное устройство, которое представляет собой перископическую систему панорамного типа.

Оптическая связь УСК с визирным устройством осуществляется с помощью светоделительной пластины, расположенной между головной призмой и объективом визирного устройства.

Система наведения и стабилизации оптического прицела предназначена:

для полуавтоматического наведения оптической оси прицела на воздушные и наземные цели при работе ЗСУ 2С6 на месте и в движении в режимах ОП, ОП — Р, ОП — Р — СХОД;

для автоматического подслеживания оптической оси прицела за антенной ССЦ, башней и зенитными автоматами, отработки целеуказания в режиме автомат;

для выдачи угловых координат в ЦВС.

В состав СНСОП, представленной на рис. 5.1, входят следующие элементы:

привод $q_н$;

привод $\varepsilon_н$;

принимающий прибор $q_н$;

принимающий прибор $\varepsilon_н$;

датчик команд;

блок управления.

Аппаратура выделения координат предназначена для автоматического измерения угловых координат ЗУР по ее инфракрасному излучению и выдачи координат ЗУР в ЦВС, а также для формирования прицельной марки.

В состав АВК, представленной на рис. 5.1, входят следующие элементы:

устройство съема координат;

блок выделения координат.

5.2. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕМЕНТОВ 1А29 ПО ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЕ

В автоматическом режиме оптическая линия визирования ПОО следит за положением электрической оси антенны ССЦ. При этом сигналами управления приводами ПОО являются сигналы ЦВС $\delta_{qн}$ и $\delta_{\varepsilon н}$ (сигналы ошибок), пропорциональные углу рассогласования ДУД, расположенного на осях антенны ССЦ азимута и угла места, и соответственно ДУД, расположенных в принимающих приборах $q_н$ и $\varepsilon_н$. Эти сигналы $\delta_{qн}$ и $\delta_{\varepsilon н}$ поступают на входы соответствующих усилителей $q_н$ и $\varepsilon_н$, где корректируются и усиливаются до величины, необходимой для нормальной работы исполнительных двигателей. Двигатели приводов $q_н$ и $\varepsilon_н$ через редукторы поворачивают головную призму визирного устройства по азимуту и углу места, отрабатывая угол рассогласования.

Одновременно в ЦВС вырабатываются сигналы рассогласования δ_β и δ_ε между стабилизированными координатами антенны и

координатами интегрирующих приводов β, ε. Интегрирующий привод работает аналогично приводам ПОО. Таким образом ИП будут подслеживать за стабилизированными координатами антенны, что исключает возможность потери цели при переходе на полуавтоматический режим слежения.

В этом режиме в работе 1А29 аппаратура выделения координат участия не принимает.

Для перехода на полуавтоматический режим сопровождения цели наводчик нажимает кнопку ОП на пульте наводчика, при этом срабатывают реле Р1, Р2.

Наблюдая в окуляр ПОО за целью, он поворачивает большим пальцем правой руки кнюппель ДК, с выхода которого снимаются сигналы U_β и U_ε, пропорциональные углам поворота кнюппеля по азимуту и углу места.

Эти сигналы поступают на входы блоков электроэлементов, которые при переходе из режима АВТ в режим ОП в первоначальный момент позволяют сохранить скорость интегрирующего привода, что не дает возможности терять объект при переключении режимов на больших скоростях сопровождения. С выхода блоков электроэлементов сигналы U_β и U_ε поступают в интегрирующие приводы, которые в режиме ОП вырабатывают стабилизированные координаты цели.

Эти сигналы суммируются в ЦВС с сигналами, пропорциональными углам качек и рыскания, поступающими из системы измерения углов 1Г30. Суммарное напряжение сравнивается с напряжением ДУД принимающих приборов $q_н$, $\varepsilon_н$, и с выхода ЦВС на приводы ПОО выдаются сигналы ошибки $\delta_{qн}$, $\delta_{\varepsilon н}$, являющиеся для них сигналами управления, отработка которых происходит аналогично режиму АВТ. При выборе ракетного вооружения для стрельбы (режим ОП-Р) в интегрирующем приводе происходит переключение усилителей, что приводит к снижению максимальной скорости сопровождения цели с 30 до 10 град/с. После нажатия кнопки ПУСК и выхода ракеты из контейнера (режим ОП — Р — СХОД) срабатывают реле Р3, Р4. При этом сигналом управления каждого привода ПОО будет сигнал ДК. Интегрирующие приводы будут подслеживать за приводами ПОО по сигналам из ЦВС. Одновременно с этим изображение трассера, установленного на ракете, через головную призму визирного устройства и светоделительную пластину передается в УСК, где преобразуется в электрические сигналы переменного тока, содержащие информацию о величине и направлении углового смещения ЗУР относительно линии визирования, которые затем поступают в БВК. В БВК эти сигналы преобразуются в электрические сигналы постоянного тока, пропорциональные угловым координатам ракеты, которые далее через ЦВС, шифратор и передатчик ССЦ поступают на борт ракеты.

5.3. ШИФРАТОР

Шифратор предназначен для преобразования поступающих на его вход медленно меняющихся командных напряжений «Вх. К1»,

«Вх. К2» и разовой команды взведения неконтактного датчика «Вз» в кодовые импульсы «КИ», модулирующие передатчик станции сопровождения цели, а также для выработки импульса запрета «ИЗ», запрещающего прохождение зондирующих импульсов «СИЗ» на время следования кодовых импульсов.

Работа блока Ш по функциональной схеме

Функциональная схема блока Ш показана на рис. 5.2.

После подачи питающего напряжения на шифратор кварцевый генератор, расположенный на плате кодирующего устройства, выдает импульсы с частотой $F_г = 1000$ кГц на формирователь синхроимпульсов «СИ», упрежденных синхроимпульсов «УСИ», который путем деления частоты формирует частотные импульсы последовательности «СИ» и «УСИ». Импульсы «УСИ» подаются на устройство управления, вырабатывающее импульсы «СТ1 — СТ6» и начальный импульс «ИН». Импульсы «СТ1 — СТ6» поступают на цифроаналоговый преобразователь, ступенчатое пилообразное напряжение с которого подается на входы компараторов К1 и К2. На другие входы компараторов через фильтры Ф1, Ф2 поступают командные напряжения курса «Вх. К1» и высоты «Вх. К2».

При работе шифратора напряжения с выходов компараторов К1 и К2 поступают на входы формирователя команд, который формирует командные импульсы «ФК1» и «ФК2» из импульсов «УСИ» и перепадов напряжения компараторов. С формирователя команд запускающие импульсы «ЗИ31» и «ЗИ32» и начальный импульс «ИН» с устройства управления подаются на формирователь импульса запрета «ФИЗ», который вырабатывает импульсы запрета с длительностью, необходимой для запрещения прохождения нужного количества импульсов «СИЗ» и для пропускания кодовых импульсов, модулирующих передатчик ССЦ. Импульсы «ФК1» и «ФК2» с формирователя команд, а также импульс взведения «ИВ» с формирователя взведения и импульс такта с формирователя импульса такта поступают на кодирующее устройство, где вырабатываются команды курса, высоты, взведения и такта в виде кодовых пар с соответствующими кодовыми интервалами.

Кодовые импульсы «КИФ», импульсы запрета «ИЗФ» и второй импульс тактовой посылки «ИТ2Ф» поступают на переключающее устройство, через которое они проходят после подачи команды «П» и не проходят после подачи команды «Сб». Кроме того, в переключающем устройстве осуществляется блокировка к прохождению импульсов «КИ» и «ИТ2» при отсутствии импульса «ИЗ». Импульсы «КИ», «ИТ2», «ИЗ» проходят через выходные каскады, нормируются по амплитуде и поступают на выход шифратора.

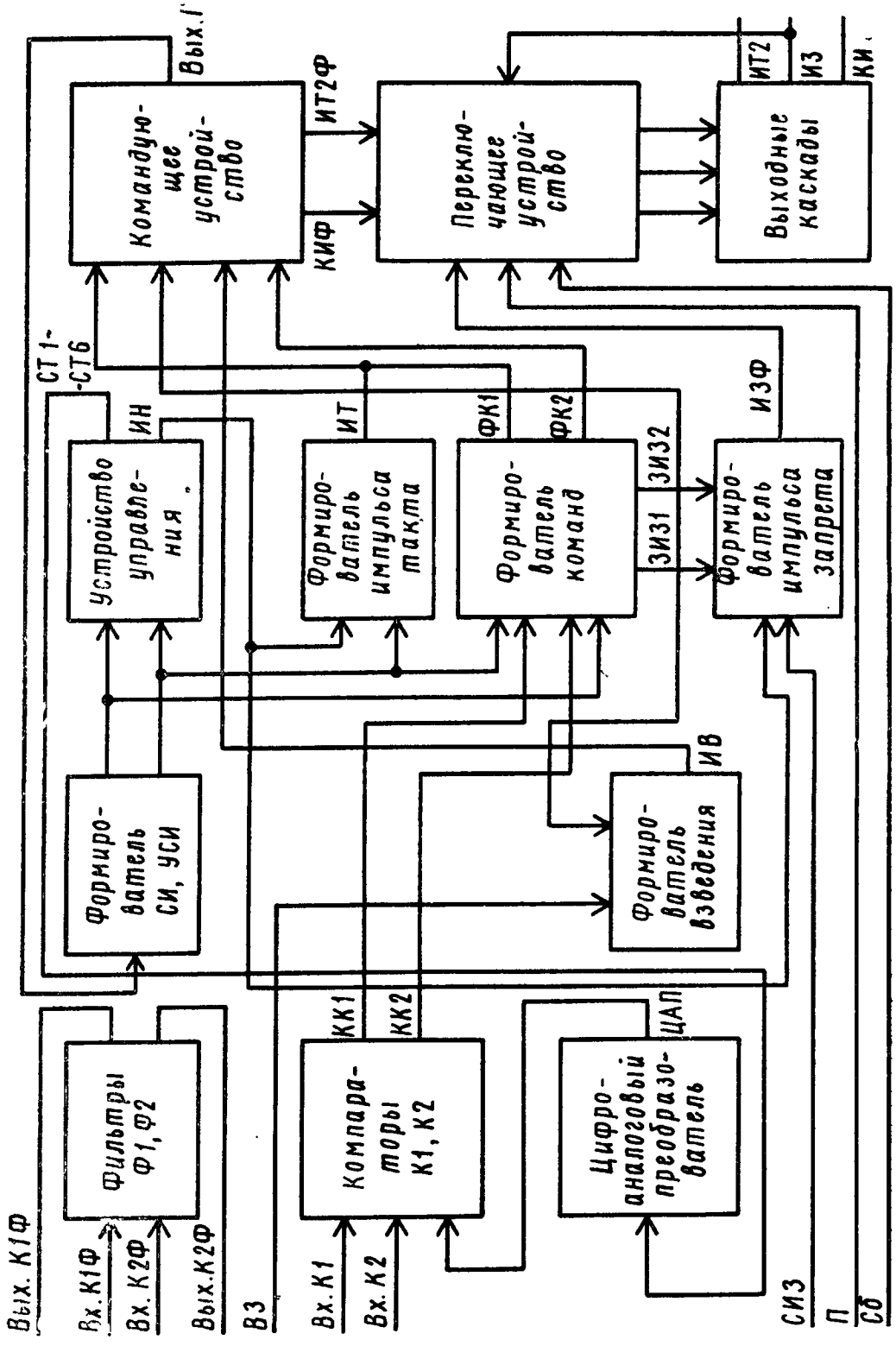


Рис. 5.2. Функциональная схема блока Щ

Глава 6

ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ НАВЕДЕНИЯ

6.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Назначение и состав

Электрогидравлические приводы наведения 2Э29 предназначены для автоматического дистанционного наведения по азимуту и углу места зенитных автоматов 2А38 или ракет 9М311 при работе совместно с ЦПСС и для полуавтоматического наведения от датчика команд, расположенного в пульте наводчика.

В состав привода наведения входят:

электрогидравлический следящий привод горизонтального наведения 2Э29ГН;

электрогидравлический следящий привод вертикального наведения 2Э29ВН.

2Э29ГН в основном размещается в кормовой части гусеничного шасси, а привод 2Э29ВН — в башне.

Основные характеристики 2Э29:

скорость наведения по β — 80 град/с;
скорость наведения по ε — 80 град/с;
статическая ошибка β — 0-012 д. у.; по ε — 0-005 д. у.;
динамическая ошибка по β — 0-07 д. у.; по ε — 0-06 д. у.;
привод работоспособен при температуре окружающей среды от —50 до +50° С и относительной влажности 93—98%.

6.2. ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРИВОД ГОРИЗОНТАЛЬНОГО НАВЕДЕНИЯ 2Э29ГН

Назначение, состав и размещение элементов

Электрогидравлический следящий привод горизонтального наведения 2Э29ГН предназначен для автоматического наведения и стабилизации башни по сигналам ЦПСС, а также для полуавтоматического наведения по сигналам с датчика команд, расположенного в ПН.

В состав 2Э29ГН входят:
гидропанель, включающая в себя:
гидронасос;
гидромотор;
кран;
датчик угла поворота люльки насоса (ДУ);
датчик скорости поворота люльки насоса (ДС);
датчики давлений (ДД1, ДД2);
датчик обратной связи (ДОС);
датчик скорости вала насоса (ДСН);
механизм управления люлькой насоса (МУ);
блок охлаждения (БО);
механизм управления муфтой (МУМ);
распределительная коробка (РК);
блок управления ГН (БУГН);
прибор принимающий ГН (ППГН).

Основные характеристики 2Э29ГН:

время отработки рассогласования на 29-00 д. у. — 4,5 с;
время выхода на режим — 4 с.

Взаимодействие элементов 2Э29ГН по функциональной схеме

Функциональная схема 2Э29ГН показана на рис. 6.1.

Включение 2Э29ГН производится нажатием кнопки ГП на ПК. При этом +27 В с пульта командира подается на Р2 БУГН, а также через распределительную коробку на МУМ и кран, шунтирующий гидромагистраль между гидронасосом и гидромотором. МУМ включает муфту так, чтобы вращение от вала отбора мощности передавалось на вал гидронасоса.

После полного включения муфты кран отключается. Суммарный сигнал U_{Σ} на входе МУ отсутствует, и обе гидромагистрали заполняются гидравлической жидкостью под одинаковым давлением. Вал гидромотора не вращается, башня также не вращается.

Если при включении 2Э29ГН в автоматическом режиме между положением роторов дающего ВТ в ЦПСС и принимающего ВТ в принимающем приборе горизонтального наведения существует угол рассогласования, то его величина измеряется и в виде напряжения $U_1 = \delta_{q\,пн}^{Б}$ через замкнутые контакты 5, 6 Р2 подается на вход усилителя ГН и на схему ограничения блока управления ГН. На вход усилителя ГН подаются также сигналы:

$U_2 = q_{пн}^{ПСС}$ — сигнал компенсации ошибки по скорости с дающего тахогенератора в блоке ЦПСС (первая производная от входного сигнала);

$U_3 = q_{пнл}^{Б}$ — сигнал обратной связи по скорости, пропорциональной скорости вращения башни, с принимающего тахогенератора, установленного в принимающем приборе (первая производная сигнала обратной связи);

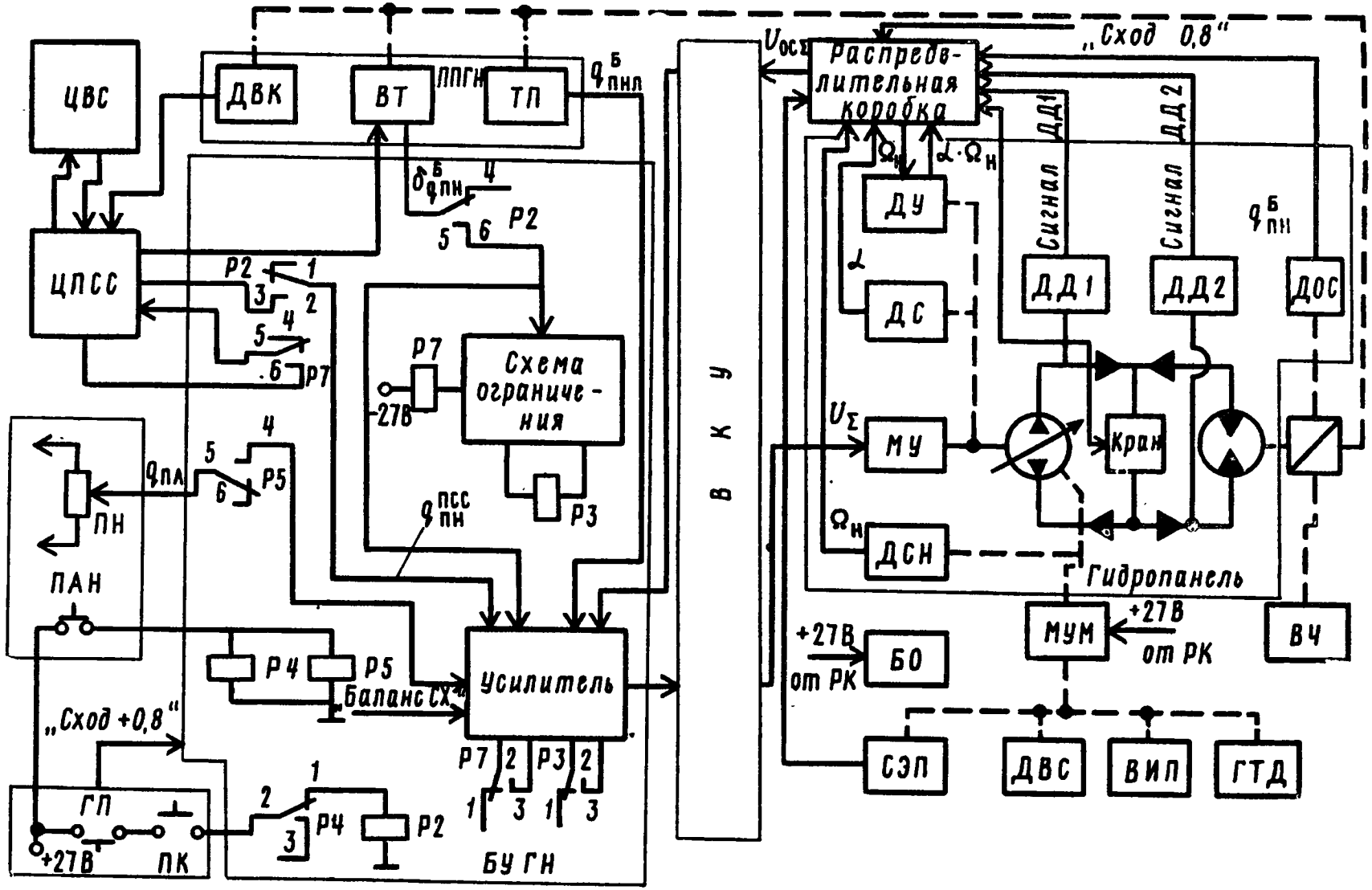


Рис. 6.1. Функциональная схема 2Э29ГН

$U_{\text{ос }\Sigma}$ — суммарный сигнал обратной связи с распределительной коробки, который объединяет:

$U_4 = q^{\text{Б}}_{\text{пн}}$ — сигнал обратной связи по скорости с принимающего тахогенератора в датчике обратной связи;

U_5 — сигнал обратной связи по перепаду давления с датчиков давления ДД1, ДД2;

$U_6 = \alpha\Omega_{\text{н}}$ — сигнал комбинированной обратной связи по произведению скорости вращения вала насоса и угла поворота люльки насоса;

$U_7 = \dot{\alpha}$ — сигнал, пропорциональный скорости поворота люльки насоса с датчика скорости.

В усилителе ГН происходят корректировка этих сигналов, их суммирование (U_Σ), а также усиление по мощности до величины, необходимой для управления электромагнитом в механизме управления насоса. Механизм управления преобразует электрический сигнал в механическое управляющее воздействие, регулируя расход рабочей жидкости насоса. Давление в одной из гидромагистралей увеличивается, в результате чего вал гидромотора начинает вращаться, приводя в движение башню. Башня вращается по азимуту в сторону уменьшения угла рассогласования до тех пор, пока дающий и принимающий ВТ не станут в согласованное положение.

В автоматическом режиме работы сигнал ошибки $\delta q^{\text{Б}}_{\text{пн}}$ поступает также в схему ограничения, выходом которой являются обмотки реле Р3, Р7. При срабатывании реле Р7 его контакты 5, 6 замыкаются, и в блок ЦПСС подается сигнал о том, что ошибка слежения превышает 9 д. у., следовательно, увеличивается сигнал $U_2 = q^{\text{ПСС}}_{\text{пн}}$. При ошибках, превышающих 20 д. у., срабатывают реле Р3 и Р7. При размыкании контактов 1, 2 реле Р3 крутизна входного сигнала резко падает, а это позволяет увеличить влияние стабилизирующих сигналов и обеспечить отработку больших углов рассогласования с минимальным числом колебаний. Контакты 2, 3 реле Р7 шунтируют в усилителе интегрирующий контур сигнала ошибки, повышая быстродействие схемы при отработке больших углов рассогласования.

Для перевода 2Э29ГН в полуавтоматический режим нажать кнопку-табло ПАН на пульте наводчика. При этом запитываются обмотки реле Р4, Р5 в БУГН. Контакты 2, 3 реле Р4 разрывают цепь питания обмотки реле Р2. При этом вход усилителя ГН контактами 4, 5 Р2 отключается от цепи сигнала ошибки, контактами 1, 2 Р2 — от цепи компенсирующего сигнала $q^{\text{ПСС}}_{\text{пн}}$, а контактами 5, 4 Р5 подключается к движку функционального потенциометра, расположенного в ПН. Скорость наведения привода ГН зависит от положения движка этого потенциометра, а вся остальная часть схемы будет работать аналогично режиму автоматического наведения.

Режим автоматического наведения и стабилизации башни с пониженными скоростями и ускорениями отличается от режима ав-

томатического наведения тем, что в блок управления ГН поступает релейный сигнал +27 В «Сход +0,8» (выдается по команде «Пуск»).

При этом за счет работы релейных схем ко входу усилителя ГН подключается сигнал «Баланс СХ», в результате чего уменьшается $U_1 = \delta q_{пн}^{Б}$ и скорость вращения башни. Одновременно из распределительной коробки ГН команда +27 В «Сход +0,8» обесточит обмотку электромагнита крана, шунтирующего гидромагистральные полости ГН — ГМ, и гидромотор остановится. После схода ракеты слежение за целью возобновляется с пониженными скоростями.

6.3. ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРИВОД ВЕРТИКАЛЬНОГО НАВЕДЕНИЯ 2Э29ВН

Назначение и состав

Электрогидравлический следящий привод вертикального наведения 2Э29ВН предназначен для автоматического наведения и стабилизации качающейся части башни по сигналам ЦПСС, а также для полуавтоматического наведения по сигналам с датчика команд, расположенного в пульте наводчика.

В состав 2Э29ВН входят:

блок управления ВН (БУВН);
распределительная коробка;
принимающий прибор ВН (ППВН);
ограничитель углов;
гидронасос;
приводной двигатель П80Т2;
механизм управления (МУ);
датчик угла (ДУ);
гидромотор;
датчики давления ДД1, ДД2.

Взаимодействие 2Э29ВН по функциональной схеме

Функциональная схема 2Э29ВН показана на рис. 6.2.

Включение 2Э29ВН производится нажатием кнопки ГН на ПК. При этом напряжение +27 В через распределительную коробку подается на приводной двигатель П80Т2, который приводит во вращение вал гидронасоса и является источником мощности привода ВН. Если на входе МУ управляющий сигнал отсутствует и люлька гидронасоса находится в среднем положении, то обе гидромагистрали заполняются гидравлической жидкостью под одинаковым давлением. Вал гидромотора не вращается.

При включении 2Э29ВН в автоматический режим в блоке управления ВН напряжение +27 В подается на Р1, которое замыкает контакты 3, 2; 6, 5. Если между дающим ВТ в ЦПСС и принимающим ВТ в ППВН имеется угол рассогласования, то его ве-

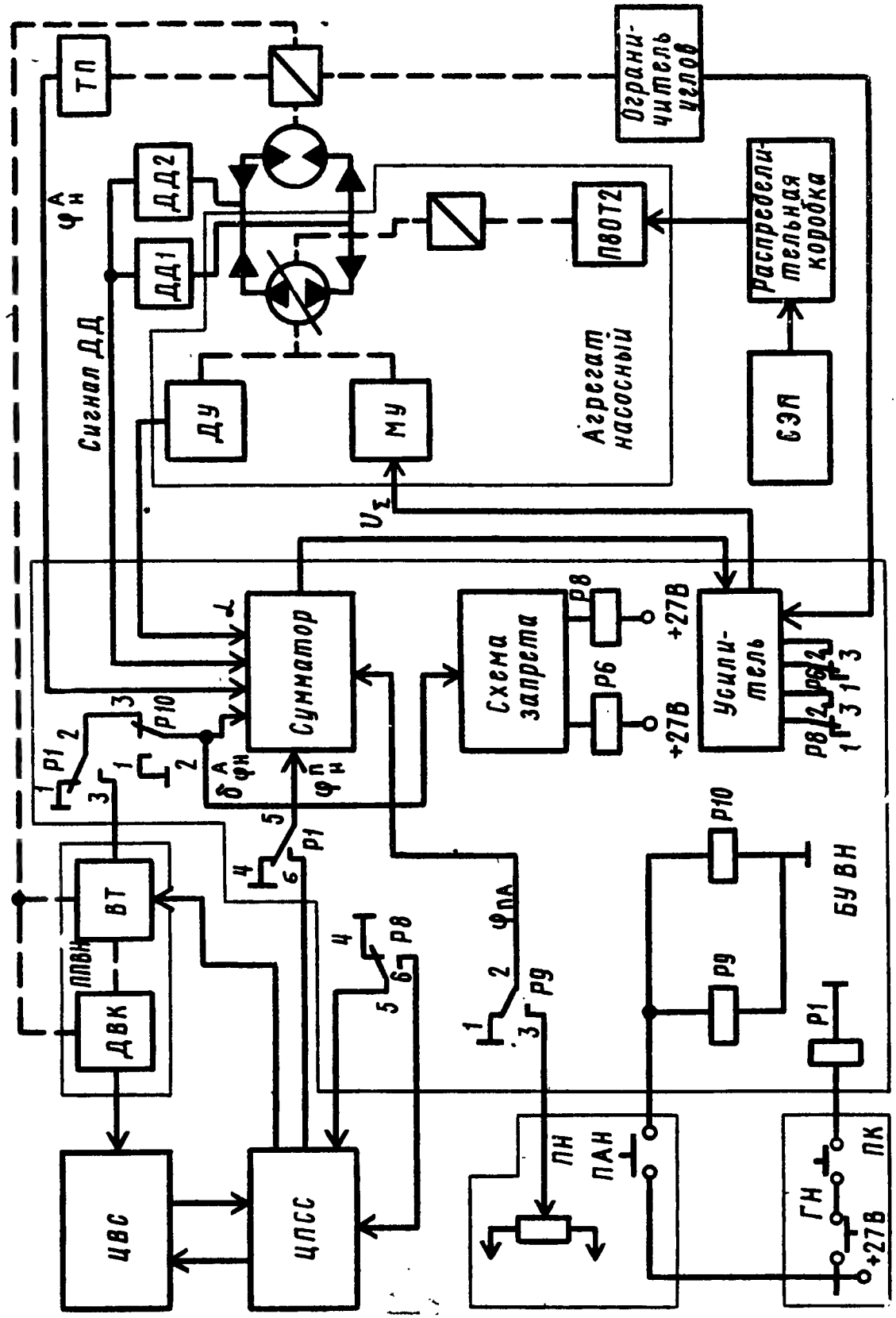


Рис. 6.2. Функциональная схема 2Э29ВН

личина измеряется и преобразуется в электрический сигнал $\delta\varphi_{н}^{А}$, который поступает на сумматор блока управления ВН. На вход сумматора поступают также сигналы:

$\varphi_{н}^{А}$ — сигнал обратной связи по скорости с принимающего тахогенератора (ТП) (первая производная сигнала обратной связи);

$\varphi_{н}^{П}$ — сигнал компенсации ошибки по скорости с дающего тахогенератора блока ЦПСС (первая производная от входного сигнала);

α — сигнал обратной связи по углу поворота люльки гидронасоса;

сигнал ДД — сигнал датчиков давления ДД1, ДД2.

Суммарный сигнал поступает на усилитель, где усиливается до мощности, необходимой для управления электромагнитом в механизме управления. Механизм управления преобразует электрический сигнал в механическое управляющее воздействие, регулируя расход рабочей жидкости гидронасоса. Это приводит к увеличению давления рабочей жидкости гидронасоса. Это приводит к увеличению давления рабочей жидкости в одной из гидромагистралей и, следовательно, к вращению вала гидромотора. Вращение вала передается через силовой редуктор на качающуюся часть башни, которая будет перемещаться в сторону уменьшения рассогласования до тех пор, пока дающий и принимающий ВТ не придут в согласованное положение.

В этом режиме сигнал ошибки $\delta\varphi_{н}^{А}$ поступает также в схему запрета, выходом которой являются обмотки реле Р6, Р8. При величине ошибки более 9 д. у. срабатывает реле Р8, контакты 2, 3 которого изменяют цепи коррекции в усилителе ГН, а контакты 5, 6 замыкают цепь сигнала запрета в блок ЦПСС. Следовательно, усиливается сигнал $\varphi_{н}^{П}$. При ошибках, превышающих 20 д. у., срабатывает реле Р6 и его контакты 2, 3 также изменяют соответствующие цепи коррекции усилителя ГН, повышая быстродействие гидропривода.

Предельные углы наведения К4 ограничиваются микропереключателями, установленными в ограничителе углов.

Для включения 2Э29ВН в полуавтоматический режим необходимо нажать кнопку ПАН на пульте наводчика. При этом запитываются обмотки реле Р9, Р10. Контакты 2, 3 реле Р9 замыкаются и сигнал $\varphi_{пд}$ с движка функционального потенциометра через эти контакты поступает через сумматор на усилитель. Контакты 1, 2 Р10 разрывают цепь подачи управляющего сигнала $\delta\varphi_{н}^{А}$ на вход сумматора. Вся остальная часть схемы работает аналогично режиму автоматического наведения.

В режиме «Перевод» КЧ устанавливается на угол заряжания с помощью неподвижного ВТ, расположенного в блоке ЦПСС. Электрическая схема работает аналогично режиму автоматического наведения, отрабатывая рассогласование между неподвижным ВТ в блоке ЦПСС и принимающим ВТ в 2Э29ВН.

6.4. ЦИФРОВАЯ ПРИБОРНАЯ СЛЕДЯЩАЯ СИСТЕМА

Назначение и основные характеристики

Блок ЦПСС предназначен для выработки сигналов управления приводами 2Э29ГН и 2Э29ВН по данным ЦВС.

Имеется два канала: канал ВН и канал ГН. Канал ВН работает по командам «Работа» и «Перевод».

В состав блока ЦПСС входят:

блоки питания У1, У4;

предварительные усилители У3, У6;

усилители мощности У2, У5;

механизм дающий;

реле Р1, Р2, Р3, Р4.

В предварительном усилителе У3 (канал ВН) введены электронные ключи, разрывающие цепь сигнала управления, идущего из ЦВС. Размыкаются они при срабатывании микровыключателей В2, В3, при подходе качающейся части к предельным углам снижения и возвышения.

Механизм дающий является основной частью блока ЦПСС и представляет собой электромеханический узел, состоящий из следующих устройств:

двух идентичных редукторов;

двух двигателей постоянного тока (М1, М3);

двух датчиков углов двухканальных (ДУД1, ДУД2);

двух тахогенераторов ТГП-5 (М2, М4);

трех вращающихся трансформаторов (ТРВ1, ТРВ2, ТРВ3).

Взаимодействие элементов ЦПСС по функциональной схеме

Функциональная схема ЦПСС показана на рис. 6.3.

При подаче команды «Работа» с ПК подается напряжение на обмотку Р1. Реле срабатывает, и через его контакты питающие напряжения поступают на все элементы схемы. Рассмотрим работу канала ВН. Сигнал ошибки из ЦВС поступает на вход предварительного усилителя У3, где преобразуется, корректируется, усиливается и подается на усилитель мощности У2. Усиленный по мощности сигнал через дроссель ДР1 подается на двигатель М1, который приводит во вращение вращающийся трансформатор ТРВ1 (РАБОТА), тахогенератор М2, датчик ДУД1. ТРВ1 является дающим для привода 2Э29ВН. С тахогенератора М2 снимается сигнал компенсации ошибки по скорости. С датчика ДУД1 сигнал поступает в ЦВС в течение времени сигнала рассогласования.

При постоянном изменении положения вала ДУД ЦВС будет осуществляться режим слежения.

При нажатии кнопки Р на пульте командира или пульте наводчика (режим «Перевод») запитываются обмотки Р2, Р3. Реле срабатывают и переключают синхронную связь изделия 2Э29ВН с вращающегося трансформатора ТРВ1 на ТРВ2, который выставлен на заданный угол перезаряжания. При этом ВТ в ППВН вме-

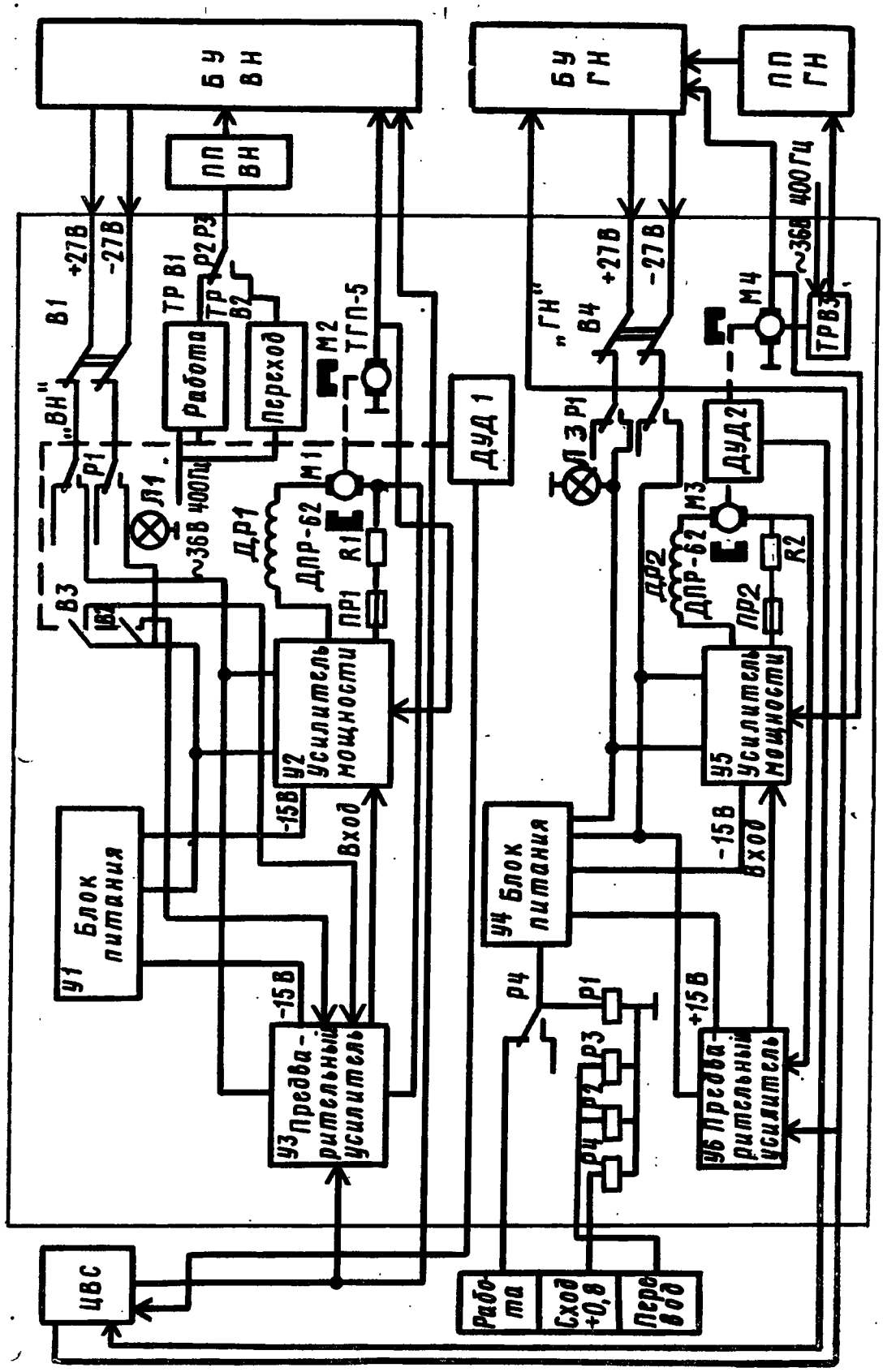


Рис. 6.3. Функциональная схема блока ЦПСС

сте с КЧ будет вращаться до тех пор, пока не придет в согласованное с ТРВ2 положение. По команде «Сход + 0,8» срабатывает реле Р4 и своими контактами 1, 2 разрывает цепь обмотки реле Р1. Подача напряжения ±27 В в блок ЦПСС прерывается, двигатели М1 и М3 останавливаются. КЧ и башня занимают фиксированное положение.

Аналогично работает канал горизонтального наведения.

Глава 7

ВООРУЖЕНИЕ ЗСУ 2С6

7.1. БАШНЯ 2А40

Назначение и состав

Башня 2А40 предназначена для обеспечения ведения стрельбы в составе зенитной самоходной установки, а также для размещения и защиты расчета, аппаратуры, вооружения, артиллерийского и ракетного боекомплекта.

В состав башни входят следующие составные части и механизмы (рис. 7.1): колпак *3*, основание *12*, корзина *16*, два двухствольных 30-мм автомата *15*, качающиеся части *7*, направляющие *14*, механизмы сцепки *6*, защитные устройства *8*, система питания ЗА.

В верхней части башни размещены вращающаяся рубка *1*, люки наводчика *2* и артотсека *4*. По компановке и назначению башня делится на отделение управления, артиллерийский отсек и кормовой отсек.

Снаружи с левого и правого бортов корпуса башни на поворотных цапфах закреплены левая и правая качающиеся части с установленными на них зенитными автоматами, а также направляющие, предназначенные для установки в них ракет 9М311. Подсоединение направляющих к качающимся частям осуществляется механизмами сцепки. Для защиты корпуса гусеничного шасси от воздействия газовой струи ракеты и для защиты антенны СОЦ от повреждения задними крышками ракеты, сбрасываемыми при пуске, используются защитные устройства.

Для управления работой башни используется электрооборудование, основными частями которого являются пульт командира, пульт пуска, пульт наводчика.

Пульт командира (рис. 7.2) предназначен для управления и наблюдения за работой изделия 2С6, а также для аварийного включения противопожарной системы и остановки тягового двигателя изделия 352.

На лицевой панели расположены следующие органы управления и сигнализации:

ЦУ-В — кнопка-табло включения внешнего целеуказания;

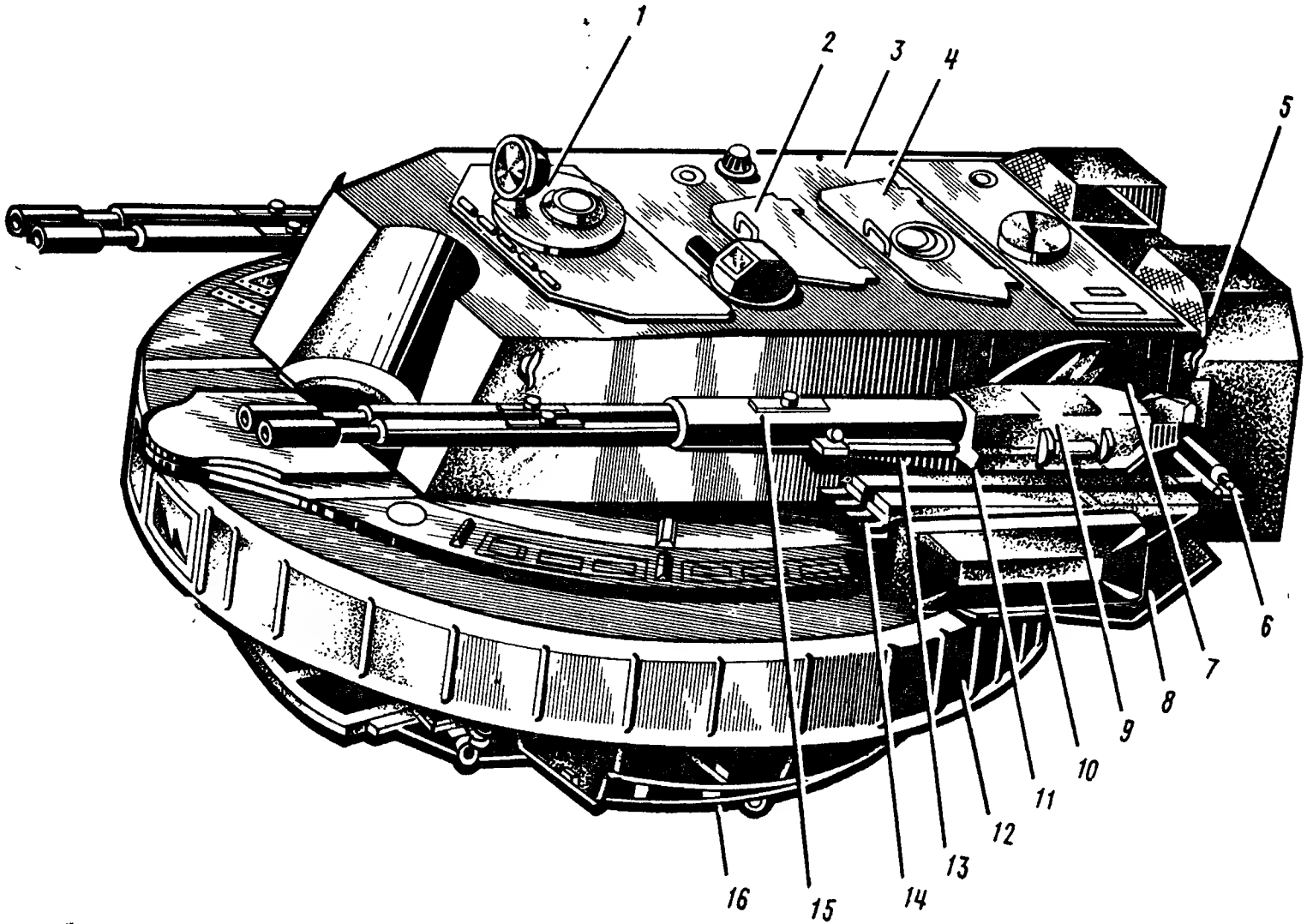


Рис. 7.1. Внешний вид башни 2А40:

1 — вращающаяся рубка; *2* — люк наводчика; *3* — колпак; *4* — люк артотсека; *5* — система гильзоотводов; *6* — механизм сцепки; *7* — качающаяся часть; *8* — защитные устройства; *9* — кожух; *10* — ограждение; *11* — обойма; *12* — основание; *13* — люлька; *14* — направляющие; *15* — автомат 2А38; *16* — корзина

ГП — кнопка-табло включения изделий 2Э29ВН, 2Э29ГН, ЦПСС;

ЦУ-Г — кнопка-табло включения целеуказания голосом;

220 — кнопка-табло включения питания 220 В 400 Гц;

27 — кнопка-табло включения питания ±27 В;

Р — кнопка-табло включения режима работы с изделиями 9М311;

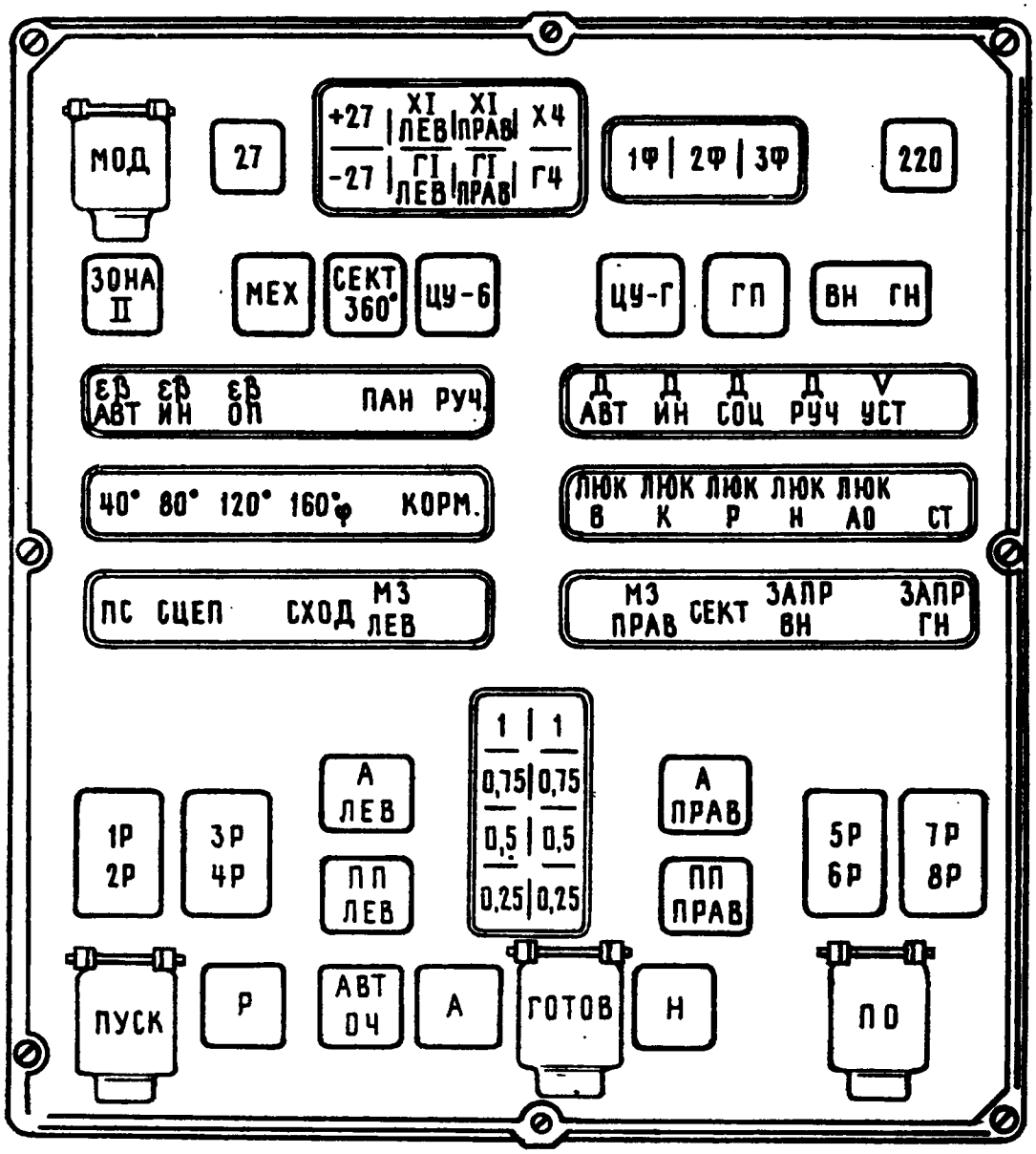


Рис. 7.2. Пульт командира

А — кнопка-табло включения режима работы с изделиями 2А38;

Н — кнопка-табло передачи наводчику функций включения изделий 9М311 и 2А38;

ПП ЛЕВ — кнопка-табло пироперезарядки левого изделия 2А38;

ПП ПРАВ — кнопка-табло пироперезарядки правого изделия 2А38;

А ЛЕВ — кнопка-табло ввода начальных условий в СОП левого изделия 2А38 и контроля наличия подвижных частей левого изделия 2А38 в переднем положении;

А ПРАВ — кнопка-табло ввода начальных условий в СОП правого изделия 2А38 и контроля наличия подвижных частей изделия 2А38 в переднем положении;

АВТ ОЧ — кнопка-табло включения формирования длительности работы изделий 2А38 изделием 1А26;

Зона II — кнопка-табло включения зоны II;

Сект 360° — кнопка-табло выбора сектора ограничения работы изделий 2А38 и 9М311 по азимуту относительно продольной оси изделия 352;

Мех — кнопка-табло аварийной связи с механиком-водителем;

кнопка-табло выключения тягового двигателя изделия 352, закрытая крышкой МОД;

кнопка-табло пуска изделий 9М311 и включения изделий 2А38, закрытая крышкой ПУСК;

кнопка-табло включения противопожарного оборудования, закрытая крышкой ПО;

кнопка-табло контроля блокировки, закрытая крышкой ГОТОВ;

транспаранты контроля блокировок:

Люк В — люк механика-водителя;

Люк К — люк командира;

Люк Р — люк рубки;

Люк Н — люк наводчика;

Люк АО — люк артиллерийского отсека;

СТ — запрет работы при стопорении изделий 2А40 и КЧ;

40°, 80°, 120°, 160° — ограничение работы изделий 2А38 и 9М311 в секторах ±20°, ±40°, ±60°, ±80° по азимуту относительно продольной оси изделия 352 соответственно;

φ — запрет работы изделий 2А38 и 9М311 по углу места;

корм — запрет работы изделий 2А38 и 9М311 в зоне кормы;

транспаранты режимов работы изделия 2С6 по угловым координатам:

АВТ — углы автоматические от изделия 1РЛ144;

ИН — углы инерционные от изделия 1А26 по данным изделия 1РЛ144;

ОП — углы от изделия 1А29;

ПАН — режим ПАН;

РУЧ — режим ручного наведения;

транспаранты режимов работы изделия 2С6 по дальности:

Давт — дальность автоматическая от изделия 1РЛ144;

Дин — дальность инерционная от изделия 1А26 по данным изделия 1РЛ144;

Д СОЦ — дальность от СОЦ;

Друч — дальность ручная от изделия 1РЛ144;

V уст — дальность по *V* уст;

транспаранты контроля работы изделий 2Э29ВН, 2Э29ГН:

ВН — работа изделия 2Э29ВН;

ГН — работа изделия 2Э29ГН;

транспаранты контроля напряжения и сигнализации аэроблокировок:

±27 и 27 В соответственно;

Х1лев, Г1лев — холодный и горячий потоки левого контура системы охлаждения ССЦ;

Х1прав, Г1прав — холодный и горячий потоки правого контура системы охлаждения ССЦ;

Х4, Г4 — холодный и горячий потоки системы охлаждения СОЦ;

транспаранты контроля блокировок:

ПС — запрет работы изделий 2А38 и 9М311 по сигналу запрета от изделия 1РЛ138;

СЦЕП — запрет работы изделий 2А38 и 9М311 во время работы механизма сцепки;

СХОД — индикация схода изделия 9М311;

МЗ лев — запрет работы изделий 2А38 при включенной системе блокировки левого изделия 2А38;

МЗ прав — запрет работы изделий 2А38 и 9М311 при включенной системе блокировки правого изделия 2А38;

СЕКТ — запрет работы изделий 2А38 и 9М311 вне заданного сектора;

ЗАПР. ВН — запрет работы изделий 2А38 и 9М311 при ошибках изделия 2Э29ВН, выше допустимых;

ЗАПР. ГН — запрет работы изделий 2А38 и 9М311 при ошибках изделия 2Э29ГН, выше допустимых;

транспаранты 1Ф, 2Ф, 3Ф контроля напряжения 220 В 400 Гц;

транспаранты 5Р, 6Р, 7Р, 8Р, 1Р, 2Р, 3Р, 4Р контроля наличия изделий 9М311 на направляющих. Свечение транспарантов вполнакала свидетельствует о наличии изделий 9М311 на направляющих. Свечение в полный накал свидетельствует о наличии на направляющих изделий 9М311, подцепленных к КЧ.

Пульт наводчика (рис. 7.3) предназначен для включения и выключения изделия СНСОП и для управления изделиями 2А38 и 9М311.

На ПН расположены следующие органы управления и регулировки:

А — кнопка-табло включения режима работы с изделиями 2А38;

Р — кнопка-табло включения режима работы с изделиями 9М311;

ОП — кнопка-табло включения режима ОП;

ПОИСК — кнопка-табло включения режима поиска ОП;

ПАН — кнопка-табло включения режима ПАН;

транспарант ГОТОВ контроля готовности блокировок;

СБРОС — кнопка сброса управления изделием 9М311;

кнопка, закрытая крышкой ПУСК и предназначенная для включения изделий 9М311 и 2А38;

переключатель ПИТ включения изделия СНСОП;

ручка ЯРКОСТЬ, предназначенная для регулировки яркости марки УСК;

тумблер МАРКА — ПОМЕХА, предназначенный для включения марки УСК и запрета ЦВС вырабатывать команду «ПОМЕХА». Имеет 3 положения:

I — МАРКА, подпружиненное положение включается движением на себя;

II — устойчивое среднее положение;

III — ПОМЕХА, устойчивое положение включается движением от себя.

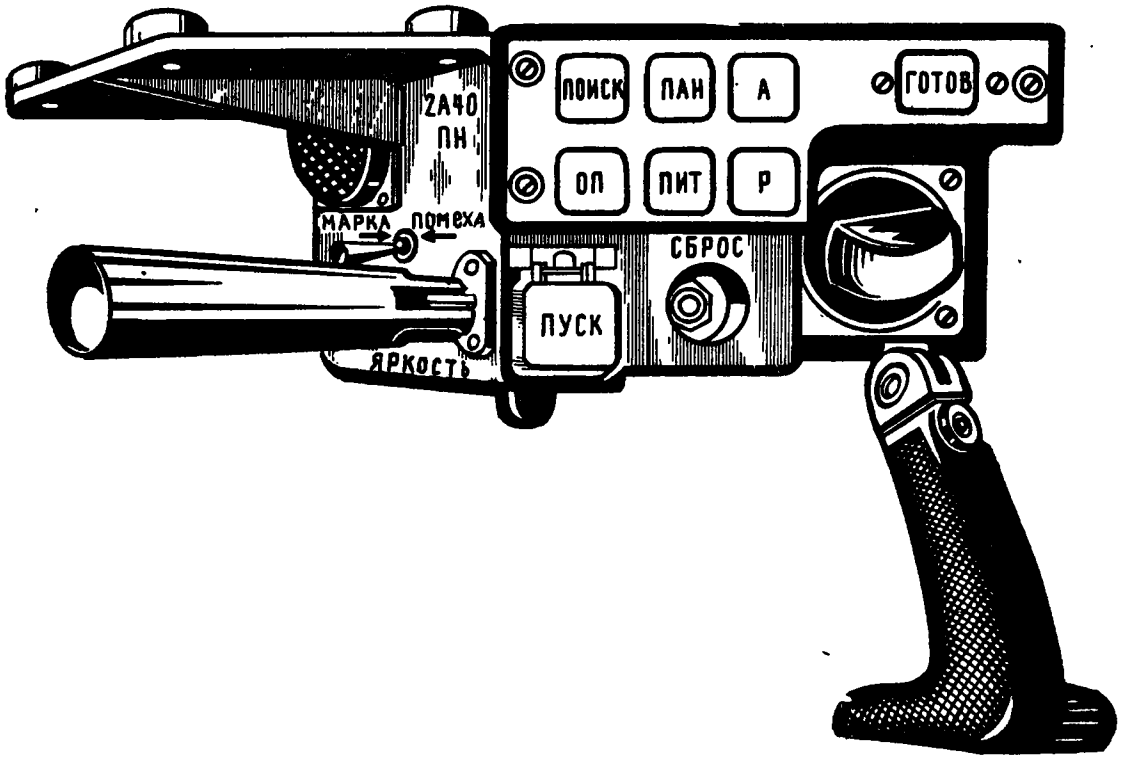


Рис. 7.3. Пульт наводчика

Пульт пуска (рис. 7.4) предназначен для:

управления пуском изделий 9М311;

контроля наличия изделий 9М311 на направляющих;

включения и отключения НДЦ;

управления работой механизмов сцепки;

включения систем жизнеобеспечения.

На лицевой панели размещены следующие органы управления и индикации:

переключатели:

1Р, 2Р, 3Р, 4Р, 5Р, 6Р, 7Р, 8Р — контроль наличия изделий 9М311 на направляющих и отключения изделий 9М311;

ВЕНТ. — включение кондиционера 1К28 в режим «Вентиляция»;

КОНД. — включение кондиционера 1К28 в режим «Охлаждение»;

ПАЗ — включение аппаратуры ПАЗ;

МЛЦ — включение и отключение МЛЦ;

кнопки-табло:

ФВУ — включение нагнетателя ФВУ;

КОНТР. ЛАМП. — контроль неисправности ламп (при нажатии на кнопку-табло загораются все лампы на лицевой панели ПП, при отпускании — гаснут);

ОТКЛ. НДЦ — отключение НДЦ.

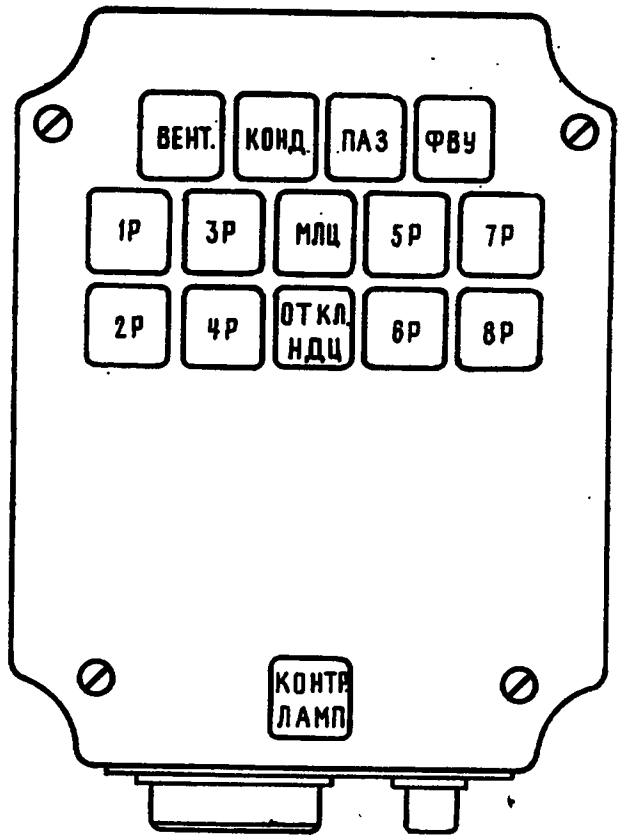


Рис. 7.4. Пульт пуска

Характеристика и устройство качающихся и направляющих частей

Качающиеся части предназначены для размещения автоматов и обеспечения наведения по вертикали в пределах углов наведения от минус 9 до 87 град. Качающаяся часть состоит (см. рис. 7.1) из люльки *13*, кожуха *9*, системы гильзоотводов *5* и обоймы *11*.

Люлька предназначена для установки на нее автомата. Кожух защищает казенную часть автомата от пуль, осколков и атмосферных осадков.

Обойма предназначена для уплотнения стыка между кожухом и автоматом. Система гильзоотводов обеспечивает выброс гильз и отсечных патронов.

Направляющие предназначены для размещения, наведения и пуска ракет 9М311. Каждый блок направляющих состоит из ограждения *10*, кронштейнов, направляющих *14*, электромонтажного комплекта.

7.2. ЗЕНИТНЫЙ АВТОМАТ 2А38

Назначение и состав

Зенитный автомат 2А38 предназначен для ведения стрельбы по воздушным и наземным целям.

В состав ЗА (рис. 7.5) входят блок стволов *2*, приемник *3*, контактор *4*, электроспуск *5*, датчик начальной скорости *6*.

Основные характеристики:

масса — 183 кг без ОЖ;

длина — 3434 мм;

ширина — 220 мм;

высота — 242 мм;

перезарядка — пиротехническая или ручная.

Общее устройство зенитного автомата

Зенитный автомат 2А38 представляет собой оружие, работа которого основана на использовании энергии пороховых газов, отводимых через газоотводные отверстия стволов в газовые цилиндры.

Блок стволов объединяет детали и сборочные единицы, обеспечивающие запирание канала ствола, накол капсюля воспламенителя патрона, выстрел, извлечение стреляной гильзы и пароиспарительное охлаждение стволов. Блок стволов крепится к башне.

Приемник объединяет основные механизмы и детали, обеспечивающие автоматическую работу ЗА.

Контактор предназначен для запирания кассеты с пиропатронами и подвода к ним электрического тока.

Дистанционное управление огнем обеспечивает электроспуск.

Для учета изменения начальной скорости снаряда на одном из стволов устанавливается датчик начальной скорости.

Система питания зенитных автоматов

Система питания ЗА предназначена для подачи патронной ленты в ЗА при стрельбе.

Система питания включает в себя 16 патронных коробов, гибкие рукава, направляющие загрузки и механизм перемещения коробов.

В зависимости от укладки ленты короба делятся на правые и левые. Восемь коробов размещаются в правой стороне основания башни с надписями на крышках ПРАВ, восемь — с левой стороны с надписями на крышках ЛЕВ.

Ленты в коробках соединены между собой в единую ленту, которая при подаче к автомату перемещается по рамкам коробов, а затем через гибкий рукав к автомату.

Направляющие загрузки предназначены для обеспечения загрузки и выгрузки коробов в артотсеке.

Механизм перемещения обеспечивает перемещение коробов по периметру основания башни.

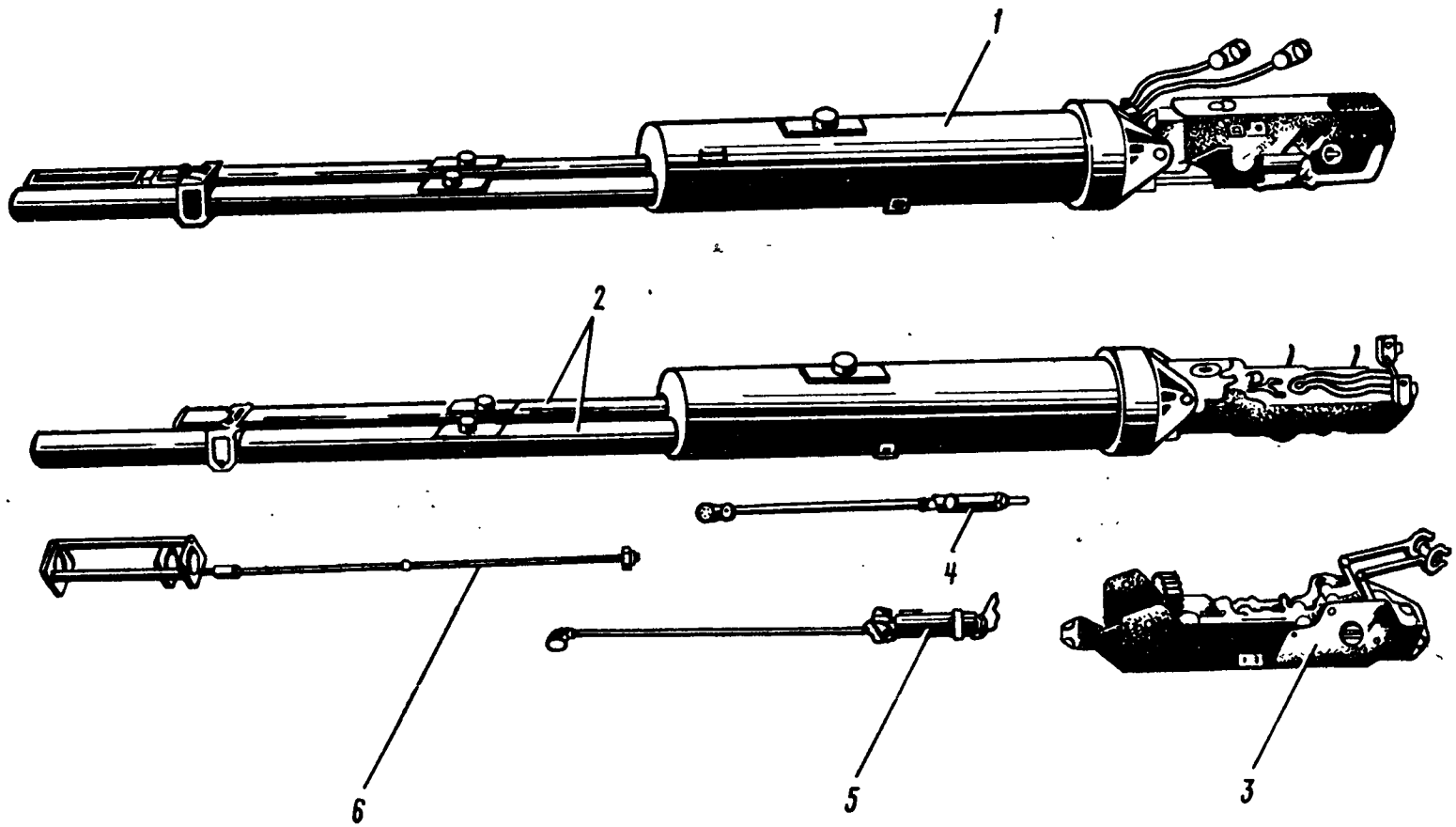


Рис. 7.5. Автомат 2А38:

1 — автомат 2А38; *2* — блок стволов; *3* — приемник; *4* — контактор; *5* — электроспуск; *6* — датчик начальной скорости

Общие сведения о боеприпасах

Для стрельбы из ЗА по воздушным и наземным целям применяются боеприпасы, имеющие в своем составе:

выстрел с осколочно-фугасно-зажигательным (ОФЗ) снарядом, укомплектованным головным взрывателем марки А-670Р или марки А-670;

выстрел с осколочно-трассирующим (ОТ) снарядом, укомплектованным взрывателем А-670Р;

выстрел с бронебойно-трассирующим (БТ) цельнокорпусным снарядом.

ОФЗ снаряд предназначен для поражения воздушных и наземных целей, а также живой силы; ОТ снаряд — для создания видимой трассы полета снарядов; БТ снаряд — для борьбы с легкобронированными целями.

7.3. ЗЕНИТНАЯ УПРАВЛЯЕМАЯ РАКЕТА 9М311

Назначение

Зенитная управляемая ракета 9М311 предназначена для поражения в условиях визуальной видимости воздушных целей, летящих со скоростями до 500 м/с.

Состав ЗУР показан на рис. 7.6.

Ракета представляет собой двухступенчатую управляемую ракету *1* с твердотопливным реактивным двигателем, выполненную по аэродинамической схеме «утка», помещенную в герметичный контейнер *2*.

Основные характеристики:

максимальная скорость полета	— 910 м/с;
время полета на максимальную дальность	— 13,4 с;
длина ракеты	— 2500 мм;
масса ракеты	— 41,6 кг;
масса ракеты в контейнере	— 57 кг.

Взаимодействие элементов ЗУР при работе

Пуск ракеты производится с пульта командира или пульта наводчика нажатием кнопки ПУСК, после чего напряжение через блок автоматики подается на электровоспламенители бортового блока питания, пороховых зарядов гирокоординатора и порохового аккумулятора давления блока рулевого привода, а через одну секунду — на электровоспламенители порохового заряда двигателя и пиротехнического предохранителя взрывателя. Ракета начинает движение по контейнеру.

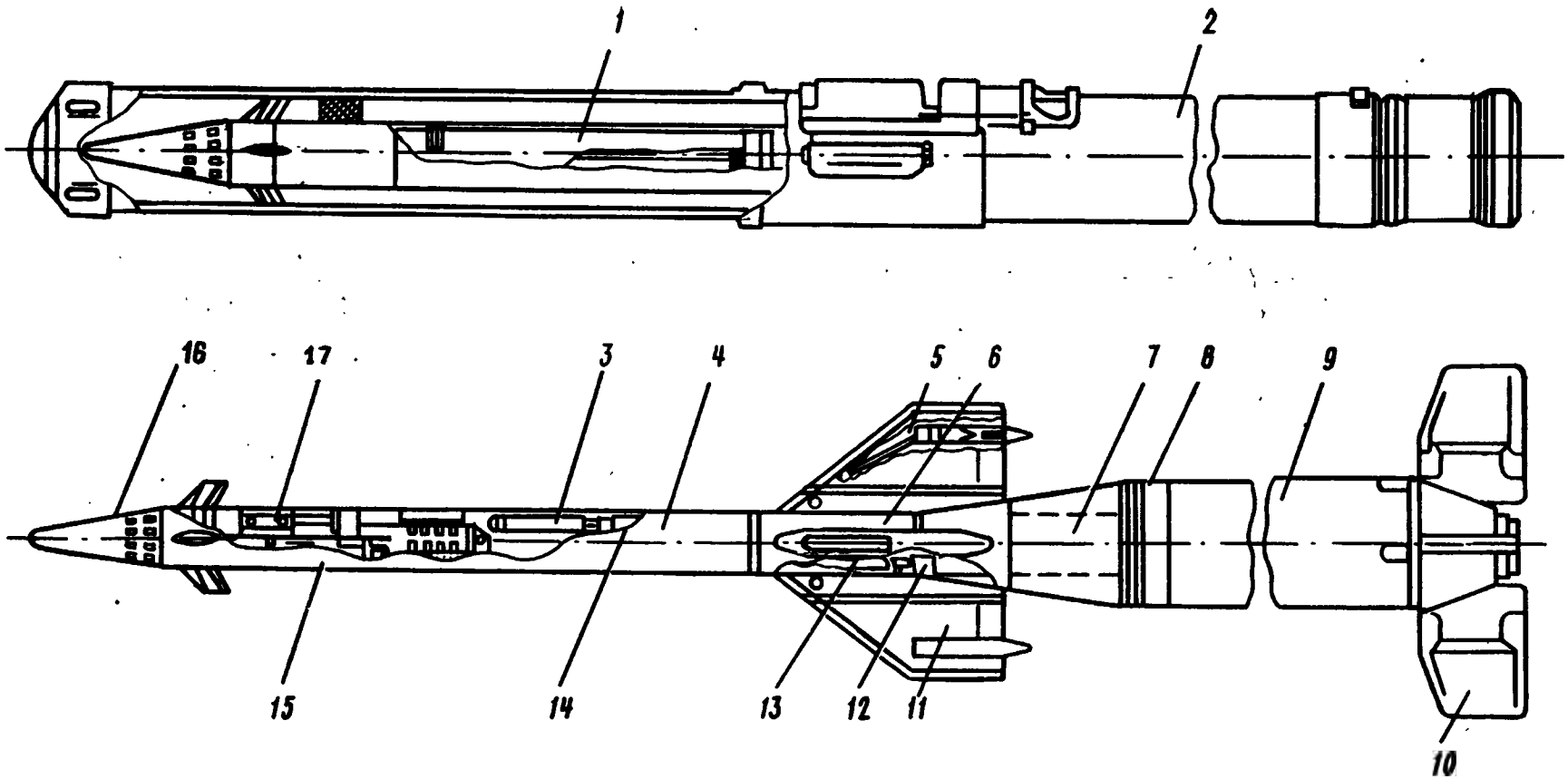


Рис. 7.6. Ракета 9М311:

1 — ракета 9М311 в контейнере; *2* — контейнер; *3* — гирокоординатор; *4* — боевая часть; *5* — АВС; *6* — аппаратурный отсек; *7* — трассер; *8* — устройство отделения двигательной установки; *9* — двигательная установка; *10* — стабилизатор; *11* — плоскость; *12* — блок питания; *13* — электронная аппаратура; *14* — взрыватель; *15* — корпус; *16* — ИДЦ; *17* — БРП

На начальном участке полета ракета движется по программной траектории обхода дыма (горка), сближаясь с линией визирования цели, на которую выходит в конце работы двигателя.

После удаления ракеты от точки пуска на 60—80 м оптический пеленгатор ЗСУ по факелу двигателя начинает выдавать в ЦВС угловые координаты ракеты. ЦВС вырабатывает команды управления, поступающие на шифратор, где они кодируются и в виде импульсов кодовых посылок через передатчик ССЦ поступают на борт ракеты. Бортовая аппаратура управления вырабатывает сигналы управления, пропорциональные отклонению ракеты от линии визирования цели, и преобразует их с помощью гирокоординатора из системы координат ЗСУ в систему координат ракеты. Ракета выводится на линию визирования и удерживается около нее в течение всего времени полета до цели.

Через 0,8—1,6 с с момента пуска взрыватель переводится в боевое положение.

На удалении 1500 м от точки пуска полностью сгорает пороховой заряд двигателя, двигатель отделяется и возгорается трассер. С этого момента оптический пеленгатор ЗСУ работает по инфракрасному излучению трассера.

При приближении к цели на расстояние около 2000 м на электронную аппаратуру ракеты из ЦВС поступает команда включения приемного устройства НДЦ. При пролете ракеты в радиусе до 5 м от цели НДЦ срабатывает и осуществляет подрыв боевой части. При прямом попадании ракеты в цель боевая часть подрывается от импульса, поступающего с генератора магнитного действия или ударного замыкателя. В случае промаха ракеты более 5 м по истечении полетного времени электронная аппаратура выдает команду на блокировку взрывателя. Та же команда в сочетании с максимальным по величине сигналом, уводящим ракету от цели, подается в случае поступления с НРЗ сигнала «Я свой».

Кроме боевой в составе ЗСУ 2С6 могут использоваться следующие ракеты:

учебная ракета 9М311 УД с действующей бортовой аппаратурой в контейнере, предназначенная для обеспечения тренировки наводчиков приемам боевой работы;

габаритно-массовый макет ракеты 9М311 ГВМ в контейнере, предназначенный для отработки экипажами навыков в обращении с ракетами и выполнения нормативов по заряжанию (разряжанию) ракетами ЗСУ 2С6;

учебно-разрезная ракета 9М311 УР, предназначенная для изучения устройства боевой ракеты.

Хранение и транспортировка ЗУР 9М311

Условия и порядок хранения ракеты должны соответствовать требованиям руководящих документов по эксплуатации ракетно-артиллерийского вооружения.

Ракеты 9М311 хранятся в отапливаемых и неотапливаемых хранилищах и в полевых условиях в упаковочных ящиках 9Я698 под пломбами.

В хранилищах ящики хранятся в штабелях, которые должны отстоять от стен не менее чем на 60 см и от потолочного перекрытия не менее чем на 40 см. Под нижние ряды ящиков укладываются деревянные брусья, обеспечивающие зазор между поверхностью пола и ящиками не менее 10 см. По ширине штабеля должно располагаться не более 8, а по высоте не более 6 ящиков.

В полевых условиях хранение ракет производится под навесом на специально оборудованных площадках. Нижние ряды ящиков должны иметь зазор между поверхностями упаковки и площадки не менее 20 см. Штабеля должны быть укрыты брезентом или щитами.

В зимнее время штабеля с ящиками и площадь вокруг них на расстоянии 2 м очищаются от снега.

Транспортировка ракет производится автомобильным, железнодорожным, воздушным и водным транспортом.

Транспортировка на автомобилях должна производиться со скоростями 60 км/ч по шоссейным, не более 40 км/ч по грунтовым дорогам, а по бездорожью — не более 15 км/ч.

При погрузке в вагоны штабеля формируются по высоте не более чем из 6 ящиков. При неполной загрузке вагона пустые места в штабелях закладываются пустыми ящиками или другой порожней упаковкой, после чего они закрепляются от продольных перемещений щитами.

Глава 8

СТРЕЛЬБА, БОЕВАЯ РАБОТА И УПРАВЛЕНИЕ ОГНЕМ

8.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ СТРЕЛЬБЫ

Главной особенностью стрельбы ЗСУ 2С6 является сочетание артиллерийского и ракетного огня. Это вызывает необходимость краткого знакомства с основными терминами, понятиями и определениями теории стрельбы, боевой работы и управления огнем зенитного пушечно-ракетного комплекса.

Ракетно-артиллерийская терминология

Деление угломера, или тысячная, — центральный угол, опирающийся на дугу, равную 1/6000 длины окружности. Приняв радиус окружности за дальность до объекта D, длину дуги за его линейные размеры l и обозначив центральный угол, под которым наблюдается объект n, исходя из определения можно записать формулу тысячной:

$$D = \frac{1000l}{n}.$$

На практике по этой формуле кроме дальности можно определить углы закрытия огневой позиции n, линейные размеры объекта и линейные отклонения трасс или ЗУР от цели l и т. п. Соотношения между градусами и делениями угломера, порядок их записи и произношения приведены в табл. 8.1.

Таблица 8.1

Угол в градусах, минутах	Угол в делениях угломера	Пишется	Читается
1 град	17	0-17	Ноль, семнадцать
6 град	100	1-00	Один, ноль
3,6 мин	1	0-01	Ноль, ноль, один
186 град 18 мин	3105	31-05	Тридцать один, ноль, пять

Сферическая система координат — неподвижная, с началом в центре масс ЗСУ. Положение цели определяется наклонной дальностью $D_ц$, углом места $\varepsilon_ц$ и азимутом $\beta_ц$ (рис. 8.1).

Прямоугольная система координат — неподвижная, с началом в центре масс ЗСУ. Ось OH направлена вертикально вверх, ось OX — на север, ось OY — так, чтобы получить правую систему координат (рис. 8.1).

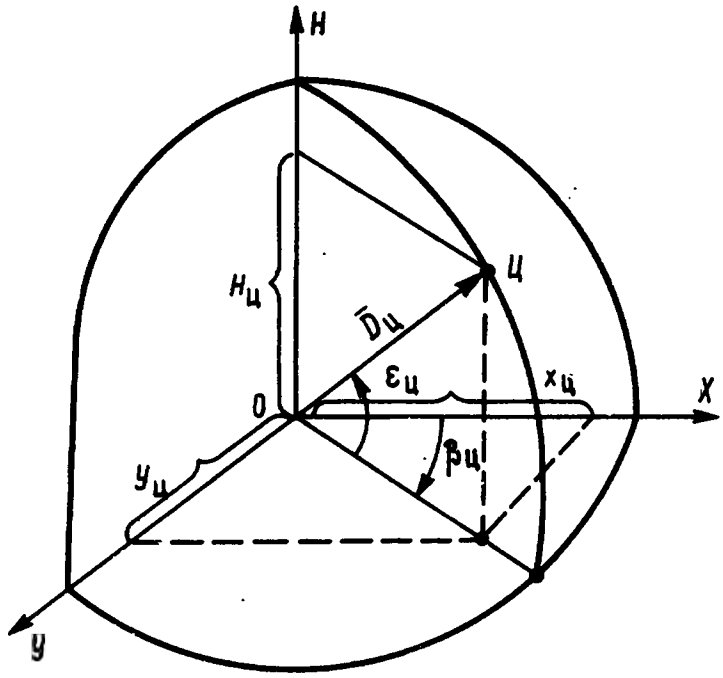


Рис. 8.1. Сферическая и прямоугольная системы координат

Оси прямоугольной системы координат, заданные осями гироскопа, образуют прямоугольную стабилизированную систему координат. Оси прямоугольной системы координат, связанной с ЗСУ, расположенные: ось $OX_{нс}$ — в плоскости погона башни и совпадает с продольной осью ЗСУ, $OY_{нс}$ — в плоскости погона башни, образуя правую систему координат, $OH_{нс}$ — направлена вверх, перпендикулярно плоскости погона ЗСУ, образуют прямоугольную нестабилизированную систему координат. Взаимное расположение осей стабилизированной и нестабилизированной систем координат определяется углами галопирования, потаптывания и курса (рис. 8.2).

Угол галопирования $\psi_с$ — угол в вертикальной плоскости, отсчитываемый от горизонта ЗСУ (оси $OX_с$) до оси $OX_{нс}$.

Угол потаптывания $\Theta_с$ — угол в вертикальной плоскости, отсчитываемый от горизонта ЗСУ (оси $OY_с$) до оси $OY_{нс}$.

Угол курса $Q_с$ — угол в горизонтальной плоскости, отсчитываемый от основного направления на север до оси $OX_{нс}$ по ходу часовой стрелки.

Земная система координат — неподвижная, с началом в центре масс ЗСУ. Ось $OY_з$ направлена вертикально вверх, $OX_з$ — на север, $OZ_з$ — на восток.

Связанная система координат — с началом в центре масс ЗУР (рис. 8.3). Ось OX_1 совпадает с продольной осью ЗУР и направ-

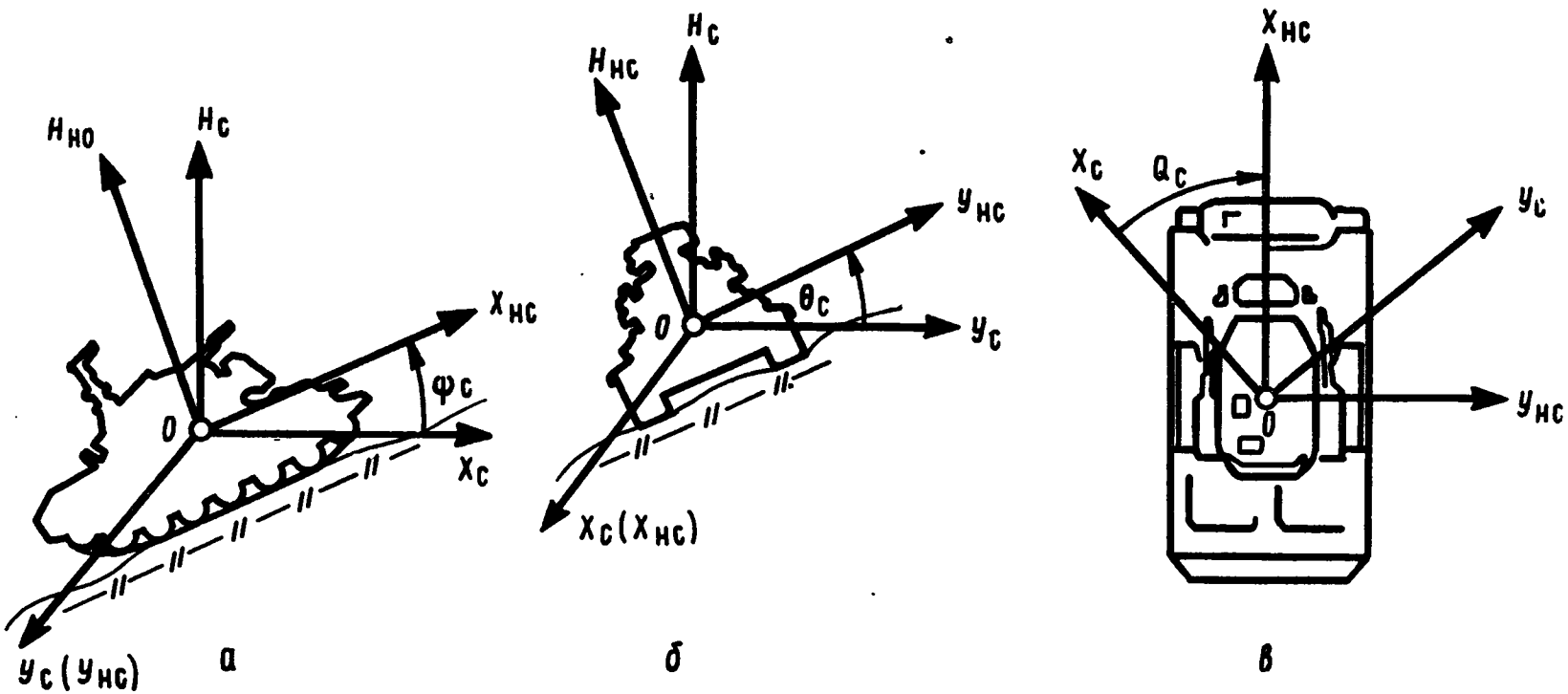


Рис. 8.2. Прямоугольная стабилизированная и нестабилизированная системы координат:
а — при продольной качке самохода; *б* — при пореречной качке самохода; *в* — при изменении курса самохода

лена в сторону носовой части, OY_1 совпадает с нормальной осью ЗУР в вертикальной плоскости и направлена вверх, OZ_1 совпадает с нормальной осью ЗУР в горизонтальной плоскости, образуя правую систему координат.

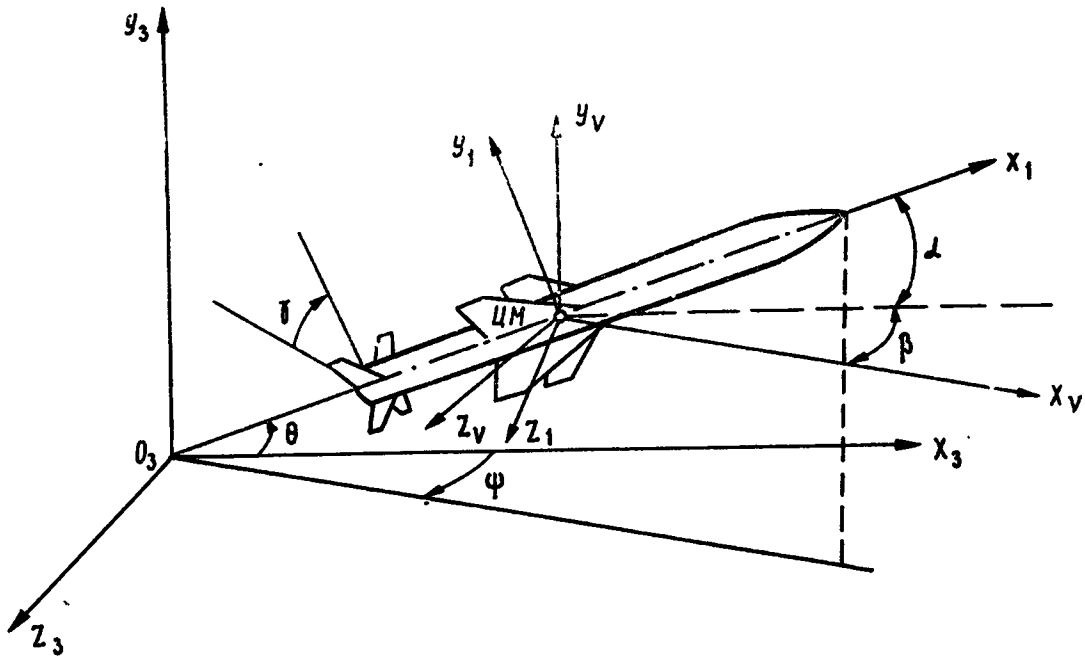


Рис. 8.3. Земная, связанная и скоростная системы координат ЗУР

Скоростная система координат — с началом отсчета в центре масс ЗУР. Ось OX_v совпадает с направлением вектора скорости, ось OY_v — в вертикальной плоскости симметрии ЗУР перпендикулярна OX_v, ось OZ_v — перпендикулярна плоскости OX_vY_v.

Положение связанной системы координат относительно земной определяется углами рыскания, тангажа и крена.

Угол рыскания ψ — угол в горизонтальной плоскости, отсчитываемый от оси $OX_з$ до проекции продольной оси ЗУР.

Угол тангажа Θ — угол в вертикальной плоскости, отсчитываемый от проекции продольной оси ЗУР на горизонтальную плоскость до самой продольной оси.

Угол крена γ — угол поворота корпуса ракеты вокруг своей продольной оси, отсчитываемый от вертикальной плоскости симметрии ЗУР.

Положение скоростной системы координат относительно связанной определяется углами атаки и скольжения.

Угол атаки α — угол между проекцией вектора скорости на вертикальную плоскость симметрии ЗУР и ее продольной осью OX.

Угол скольжения β — угол между вектором скорости и вертикальной плоскостью симметрии ЗУР.

Система параметров цели — сочетание нескольких независимых параметров, однозначно определяющих величину и направление вектора скорости цели. В ЦВС ЗСУ применяется система пара-

метров $\dot{X}$, $\dot{Y}$, $\dot{H}$; $\ddot{X}$, $\ddot{Y}$, $\ddot{H}$ (составляющие вектора скорости и ускорения цели по осям прямоугольной системы координат).

Условия стрельбы — совокупность всех факторов, влияющих на результат стрельбы и не зависящих от выбранного способа стрельбы. С точки зрения внешней баллистики подразделяются на баллистические и метеорологические. К баллистическим условиям стрельбы относятся факторы, имеющие непосредственное отношение к баллистическим качествам ЗА и боеприпасам. К метеорологическим условиям стрельбы относятся параметры атмосферы, в которой проходит полет снарядов.

Для решения задачи встречи снарядов с целью в ЦВС заложены табличные условия стрельбы, т. е. отвечающие вполне определенному состоянию атмосферы, ЗА и боеприпасов.

Табличные баллистические условия стрельбы:

начальная скорость снаряда $V_{0\,n} = 960$ м/с;

температура заряда $T_{з\,n} = +15°$ С;

заряд нормальный, обеспечивающий получение штатной начальной скорости $V_{0\,шт} = 1000$ м/с;

масса снаряда $q_n = 0{,}385$ кг;

деривация отсутствует;

угол вылета равен нулю.

Табличные метеорологические условия стрельбы:

давление воздуха в точке стояния ЗСУ $h_{в\,n} = 750$ мм рт. ст. (99,991 кПа);

температура воздуха в точке стояния ЗСУ $T_{в\,n} = +15°$ С;

плотность воздуха в точке стояния ЗСУ $П_{в\,n} = 1{,}206$ кг/м^3;

скорость звука в точке стояния ЗСУ $a_{в\,n} = 340{,}9$ м/с;

упругость водяных паров (при относительной влажности 50%) $l_{в\,n} = 6{,}35$ мм рт. ст. (846,595 Па);

ветер на всех высотах отсутствует.

На практике условия стрельбы ЗСУ всегда отличаются от табличных. Поэтому для повышения точности стрельбы отклонения реальных условий стрельбы от табличных определяют и учитывают в ЦВС при проведении предварительной подготовки стрельбы.

Общие положения Правил стрельбы

На подразделения, вооруженные ЗСУ 2С6 «Тунгуска», возлагаются следующие задачи:

уничтожение самолетов, вертолетов, беспилотных летательных аппаратов и других воздушных целей, летящих со скоростью до 500 м/с на высотах до 3500 м при стрельбе ЗУР и до 3000 м при стрельбе ЗА;

уничтожение легких танков, боевых машин пехоты, бронетранспортеров, живой силы противника и других наземных целей;

уничтожение в прибрежных районах катеров, живой силы десантов и других надводных целей. По наземным и надводным целям стрельба, как правило, ведется на самооборону.

Стрельба ЗУР ведется на дальностях от 2500 до 8000 м, а стрельба ЗА — на дальностях до 4000 м. Задачи стрельбы определяются размерами зоны огня ЗСУ.

Выполнение задач стрельбы обеспечивается:

высоким морально-политическим состоянием и отличной огневой выучкой личного состава;

тщательной подготовкой ЗСУ к стрельбе и постоянной готовностью к открытию огня;

своевременным обнаружением, опознаванием и захватом цели на сопровождение;

правильным выбором вида вооружения и режима работы ЗСУ;

своевременным пуском ЗУР или правильным назначением вида огня и своевременным обстрелом цели ЗА;

точной и слаженной работой экипажей ЗСУ и расчета командирского пункта;

систематическим наблюдением за результатами стрельбы и правильным учетом опыта предшествующих стрельб.

Дальности стрельбы и виды огня ЗСУ

Дальности стрельбы ЗА считаются:

большими — от 4000 до 3000 м;

средними — от 3000 до 2000 м;

малыми — менее 2000 м.

Разделение дальностей на большие, средние и малые принято условно для лаконичного изложения Правил стрельбы. Диапазон соответствующих дальностей выбирается исходя из вероятности поражения цели за стрельбу.

При стрельбе ЗА в зависимости от характера цели, дальности стрельбы и наличия боеприпасов применяют следующие виды огня:

короткие очереди, до 10 выстрелов на автомат;

длинные очереди, до 50 выстрелов на автомат;

непрерывный огонь, до 100 выстрелов на автомат.

Чем длиннее очереди и меньше перерывы между ними, тем интенсивнее стрельба. Если точность стрельбы не снижается с увеличением интенсивности стрельбы, растет вероятность попадания в цель.

На больших дальностях точность стрельбы не велика, что снижает вероятность поражения цели. Однако необходимость как можно более раннего воздействия на цель предполагает открытие огня на предельных дальностях. В этих условиях повышение интенсивности огня не дает существенного прироста вероятности поражения цели, поэтому огонь по воздушным целям на больших дальностях ведут короткими очередями.

На средних и малых дальностях, когда ошибки определения текущего положения цели и ошибки гипотезы минимальны, с увеличением интенсивности стрельбы существенно возрастает вероятность поражения цели. Поэтому при стрельбе по воздушным це-

лям на средних и малых дальностях огонь ведут длинными очередями.

При стрельбе по наземным (надводным) целям больших размеров на больших, средних и малых дальностях точность определения входных данных не оказывает существенного влияния на эффективность стрельбы, ошибки гипотезы также минимальны вследствие малой скорости перемещения указанных целей. В этом случае с учетом ограниченного времени выполнения задачи огонь ведут длинными очередями.

Позднее обнаружение внезапно появляющихся целей приводит к значительному сокращению времени стрельбы. Поэтому для повышения вероятности поражения необходимо применять наиболее интенсивный — непрерывный огонь.

Стрельба с ОП сопровождается заволакиванием его поля зрения облаком пыли и дыма от выстрелов. Чтобы исключить грубые ошибки наводки при стрельбе по малоразмерным малоскоростным целям, огонь ведут короткими очередями, уточняя наводку в перерывах между ними; такая стрельба наиболее эффективна по одиночным целям, сбрасываемым на парашютах, по наземным и надводным целям малых размеров.

Интенсивность огня ЗА регулируется автоматически или вручную. Огонь автоматическими очередями ведется по воздушным целям при отсутствии ограничений на расход боеприпасов. Интенсивность автоматического огня определяется ЦВС и зависит от времени нахождения цели в зоне обстрела.

Для открытия огня автоматическими очередями нажимают кнопку-табло АВТ. ОЧ на ПК, а затем нажимают и удерживают кнопку ПУСК либо педаль.

Командир ЗСУ или наводчик в любой момент может самостоятельно прекратить огонь, отпустив кнопку (педаль) ПУСК. Огонь автоматическими очередями не ведут по внезапно появляющимся и маневрирующим воздушным целям.

Огонь вручную ведут при невозможности ведения огня автоматическими очередями. Для открытия огня нажимают и удерживают кнопку (педаль) ПУСК в течение промежутка времени, указанного в табл. 8.2.

Таблица 8.2

Вид огня	Время ведения огня, с
Короткие очереди	До 0,3
Длинные очереди	0,5—1
Непрерывный огонь	2—2,5

Увеличение интенсивности огня не должно проводиться за счет снижения точности стрельбы или нарушения предельного режима огня. Живучесть стволов обеспечивается при стрельбе сериями до 100 выстрелов на автомат (50 выстрелов короткими очередями с перерывами между ними 1—2 с и 50 выстрелов одной очередью).

Более интенсивный огонь приводит к перегреву стволов, результатом которого является увеличение технического рассеивания и, как следствие, снижение точности стрельбы. Кроме того, резко уменьшается ресурс стволов.

При стрельбе ЗУР в зависимости от характера цели и взаимного расположения ЗСУ применяют следующие виды огня:

одиночный огонь (одиночные пуски);

залповый огонь (групповые пуски).

Одиночный огонь является основным видом огня, при котором цель обстреливается одной ракетой или когда пуск очередной ракеты по одной и той же цели производится после оценки результатов стрельбы предыдущей ракетой.

Одиночный огонь ведется по всем типам воздушных и надводных целей в пределах огневых возможностей ЗСУ.

Залповый огонь — вид огня, при котором цель обстреливается несколькими, как правило двумя, ЗСУ. Пуск очередной ракеты по одной и той же цели производится, не ожидая результатов стрельбы предыдущей ракетой. При этом временные интервалы между пусками ЗУР с различных ЗСУ должны быть не менее 4 с для исключения перезахвата АВК ракеты соседней ЗСУ. По этой же причине для стрельбы залпом назначают ЗСУ, удаленные одна от другой на расстояние не менее 250 м и расположенные примерно на линии, пересекающей курс цели под прямым углом.

Залповый огонь ведется по наиболее важным целям.

При стрельбе залпом двух ЗСУ вероятность поражения цели в зависимости от условий стрельбы возрастает в среднем на 20—50%, трех ЗСУ — на 25—65%. Поэтому наиболее целесообразной с точки зрения экономного расходования ракет является стрельба залпом двух ЗСУ.

8.2. ПОДГОТОВКА ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ К СТРЕЛЬБЕ

Подготовка подразделения к стрельбе имеет целью выполнение задач стрельбы с наибольшей эффективностью, экономичностью и в кратчайшие сроки.

Она начинается с развертывания подразделения в боевой порядок и включает:

подготовку командирского пункта, ЗСУ, ракет и боеприпасов к стрельбе;

топографическую подготовку;

подготовку к стрельбе по наземным и внезапно появляющимся воздушным целям;

подготовку стрельбы.

Организация развертывания подразделения в боевой порядок, подготовка командирского пункта, ЗСУ, ракет и боеприпасов к стрельбе рассматриваются в п. 8.4.

Топографическая подготовка включает:

определение координат командирского пункта, ЗСУ и реперных точек;

подготовку навигационной аппаратуры к боевой работе;

определение азимутов ориентирных направлений и составление схемы местных ориентиров;

ориентирование ЗСУ;

определение высоты огневой позиции над уровнем моря.

Определение координат командирского пункта, ЗСУ и реперных точек производится по карте. При этом определяются точные прямоугольные координаты их места стояния.

Подготовка навигационной аппаратуры ЗСУ, если не решается навигационная задача, необходима для реализации режима внешнего целеуказания. Для этого в аппаратуру вводятся прямоугольные координаты места стояния ЗСУ X, Y и корректура пути.

Определение азимутов ориентирных направлений производится для двух-трех ориентиров, выбираемых на удалении не менее 3 км от огневой позиции. Азимут выбранных ориентиров определяется при помощи буссоли. При отсутствии буссоли — по компасу. Выбранные ориентиры вносятся в схему местных ориентиров (рис. 8.4), которая составляется командиром подразделения для организации разведки и системы огня. На схеме обозначаются основные ориентиры с указанием азимута и дальности до них, ответственные секторы ведения разведки и огня, а также сектор аварийного пуска ракет.

Ориентирование производится с целью согласования отсчета азимутальных шкал приборов ЗСУ с основным направлением на север. Перед началом ориентирования башня ставится вдоль корпуса самохода, а в ЦВС вводится ноль качек. Ориентирование производится по удаленной точке или взаимным визированием.

Ориентирование по удаленной точке является наиболее быстрым способом ориентирования. Производится по одному из выбранных ориентиров. Азимут ориентира $\beta_{ор}$ доводится до командиров ЗСУ. По команде командира подразделения ОП всех ЗСУ наводятся на указанный ориентир. По азимутальной шкале ОП считывается значение азимута $\beta_{оп}$. Угол курса самохода определяется по формуле

$$Q_c = \begin{cases} \beta_{ор} - \beta_{оп} \text{ при } \beta_{ор} \geqslant \beta_{оп}; \\ 60\text{-}00 + \beta_{ор} - \beta_{оп} \text{ при } \beta_{ор} < \beta_{оп}. \end{cases}$$

Значение Q_c вводят в размножитель углов курса.

Ориентирование взаимным визированием является наиболее точным способом ориентирования. Производится путем наводки ОП ориентируемой ЗСУ в монокуляр буссоли или в ОП сориентированной ЗСУ. Значение азимута с буссоли или ориентирующей ЗСУ, измененное на 30-00, принимается за $\beta_{ор}$. Q_c определяется и вводится так же, как и при ориентировании по удаленной точке.

Определение высоты огневой позиции над уровнем моря производится по карте. В дальнейшем ее значение вводится в ЦВС при проведении предварительной подготовки стрельбы.

Для подготовки к стрельбе по наземным и внезапно появляющимся воздушным целям командир подразделения указывает на местности командирам ЗСУ ответственные секторы, ориентиры и их нумерацию, наиболее вероятные направления появления вертолетов, танкоопасные направления и сигнальные рубежи для открытия огня по наземным целям. Командиры ЗСУ составляют карточки огня прямой наводкой (рис. 8.5) и после утверждения их командиром подразделения указывают номерам экипажей секторы стрельбы и ориентиры.

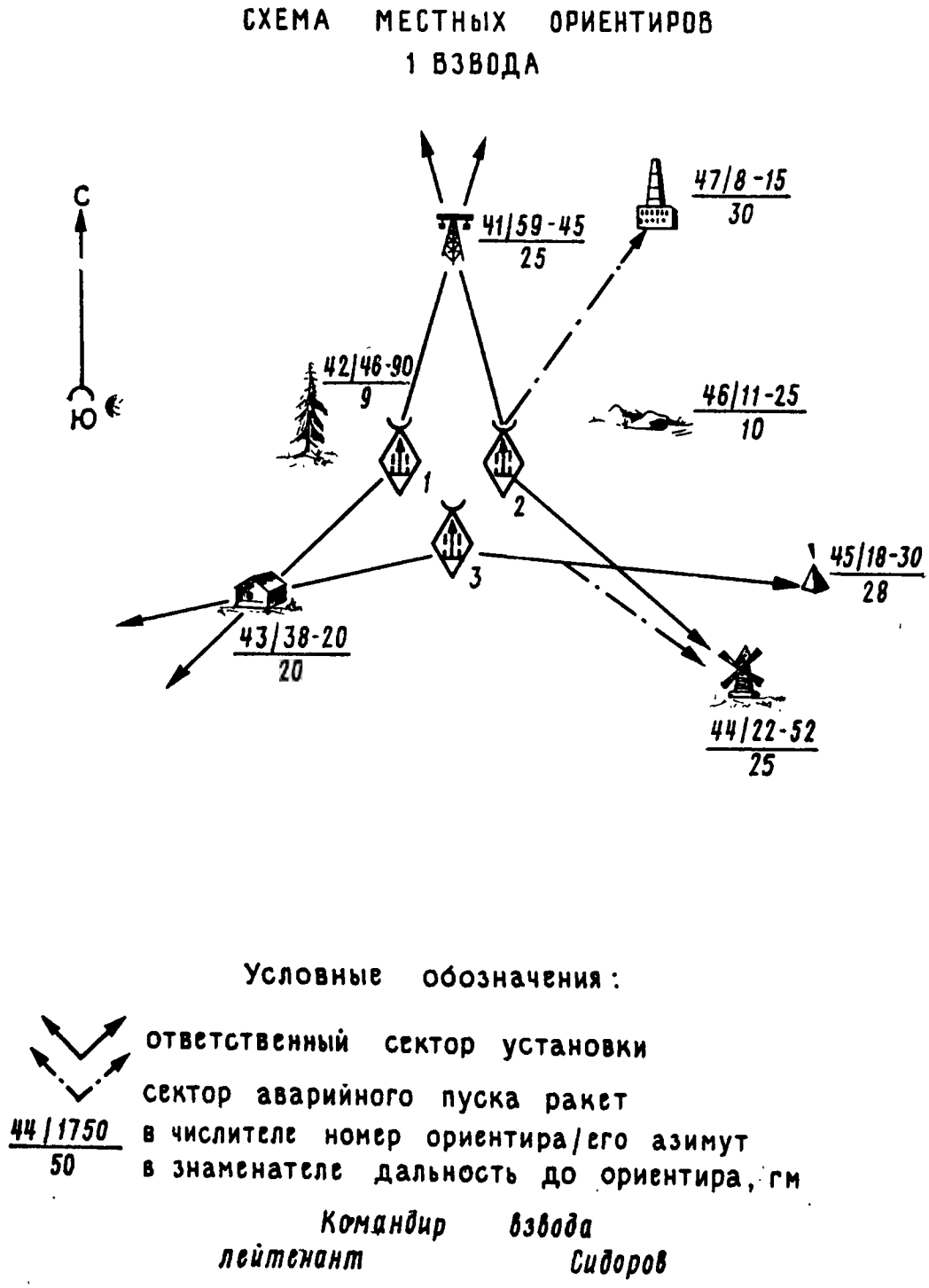
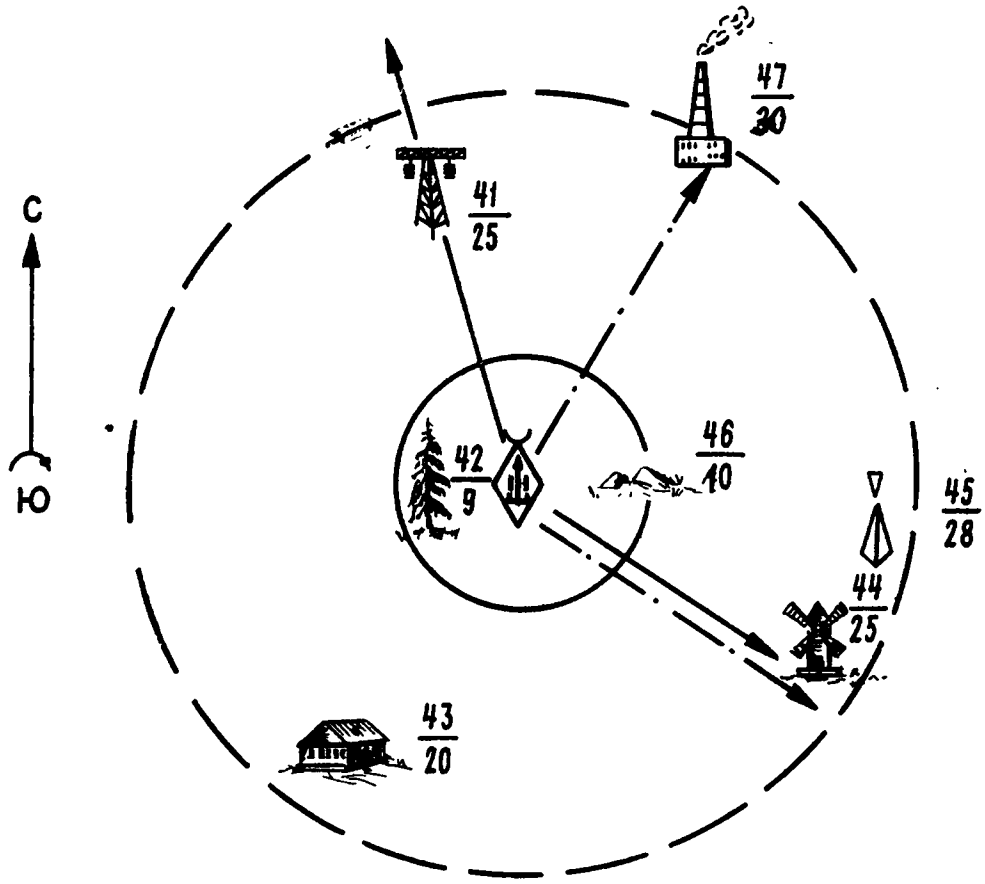


Рис. 8.4. Схема местных ориентиров

„Утверждаю"
Командир 1 взвода
ст. лейтенант _____ В. Петров
„___" _____ 19__г.

КАРТОЧКА ОГНЯ ПРЯМОЙ НАВОДКОЙ
2 УСТАНОВКИ



Условные обозначения:

предельная дальность стрельбы в пятом режиме

дальность прямого выстрела
ответственный сектор установки
сектор аварийного пуска ракет

43 / 20 — в числителе - номер ориентира
в знаменателе - дальность до ориентира, гм

Командир установки
Сержант _____ *П. Иванов*

Рис. 8.5. Карточка огня прямой наводкой

Подготовка стрельбы имеет целью определить и учесть отклонения условий стрельбы от табличных, правильно организовать поиск, своевременно обнаружить и опознать цель, определить ее характер и степень противодействия противника стрельбе, оценить условия видимости, состояние ЗСУ и на основе этого выбрать оптимальный режим работы ЗСУ. Подготовка стрельбы состоит из предварительной и непосредственной.

Предварительная подготовка стрельбы

Предварительная подготовка стрельбы включает в себя совокупность операций подготовки стрельбы, выполнение которых возможно до обнаружения цели и не связано с ее характером. Она начинается после развертывания в боевой порядок и должна быть завершена до получения целеуказания или самостоятельного обнаружения цели.

Предварительная подготовка стрельбы включает определение и ввод в ЦВС данных для учета:

отклонения начальной скорости снарядов от табличной вследствие износа каналов стволов ЗА (ΔV_{oc});

метеорологических условий стрельбы;

координат реперной точки ($X_р$, $Y_р$);

разности высот расположения огневой позиции и метеостанции (ΔH);

высоты огневой позиции над уровнем моря ($H_{оп}$).

Кроме того, во всех случаях оцениваются условия визуальной видимости и определяется запретный сектор на Солнце.

Учет отклонений условий стрельбы от табличных производится в целях повышения точности стрельбы.

Неучет отклонения начальной скорости снарядов от табличной приводит к отклонению полетного времени и координат траектории от расчетных значений. При начальной скорости снаряда, большей (меньшей) табличного значения, траектории снарядов отклоняются от расчетной точки P_n в точку P_1 (P_2), рис. 8.6.

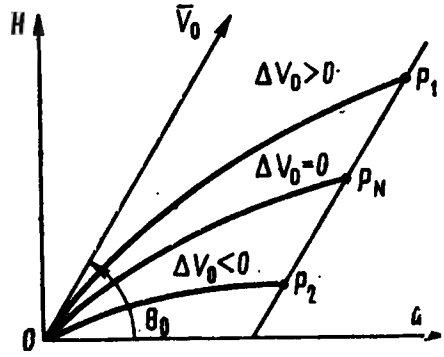


Рис. 8.6. График отклонения траекторий снарядов от расчетной точки при изменении начальной скорости

При стрельбе отклонение начальной скорости снарядов от табличной определяется автоматически в ЦВС через каждые восемь выстрелов. Данные о начальной скорости поступают в ЦВС от датчиков начальной скорости (по одному на каждом ЗА). При

поступлении информации от двух датчиков значения начальной скорости усредняются. При выходе из строя одного из датчиков ЦВС использует информацию исправного датчика. Для случая выхода из строя обоих датчиков, а также для повышения точности наводки ЗА в момент открытия огня в ЦВС вводят значение ΔV_{oc}, которое рассчитывается по среднему для ЗСУ числу выстрелов на ствол $N_{ср}$:

$$N_{ср} = \frac{N_1 + N_2}{4},$$

где N_1, N_2 — общее число выстрелов, произведенных каждым ЗА с начала эксплуатации.

Величины ΔV_{oc} в зависимости от $N_{ср}$ определены баллистическим отстрелом ЗА и приведены в табл. 8.3.

Таблица 8.3

$N_{ср}$	0	1700	3600	5400	6600	7500
ΔV_{oc}, %	+1	0	—1	—2	—3	—4

По значениям ΔV_{oc} в ЦВС вырабатываются поправки в упрежденный угол места и упрежденную наклонную дальность.

При настреле более 8000 выстрелов на ствол начинается интенсивный износ канала ствола, который приводит к резкому увеличению технического рассеивания, т. е. к снижению точности стрельбы. Поэтому при $N_{ср} = 8000$ ЗА бракуются и заменяются новыми.

Неучет отклонения плотности воздуха от табличной $\Delta П_в$ приводит к отклонению полетного времени и координат траектории от расчетных значений. При увеличении плотности воздуха возрастает сила сопротивления воздуха, и наоборот. При плотности воздуха, большей (меньшей) табличного значения, траектории снарядов отклоняются от расчетной точки P_n в точку P_2 (P_1), рис. 8.7.

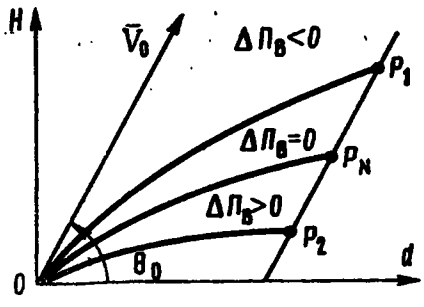


Рис. 8.7. График отклонения траектории снарядов от расчетной точки при изменении плотности воздуха

Неучет влияния ветра приводит к отклонению траекторий снарядов от расчетной точки P_n в плоскости стрельбы под действием продольного ветра W_x в точки P_{1x} (P_{2x}). Боковой ветер W_z отклоняет траектории снарядов от расчетной точки P_n в точку P_{1z} (P_{2z}), рис. 8.8.

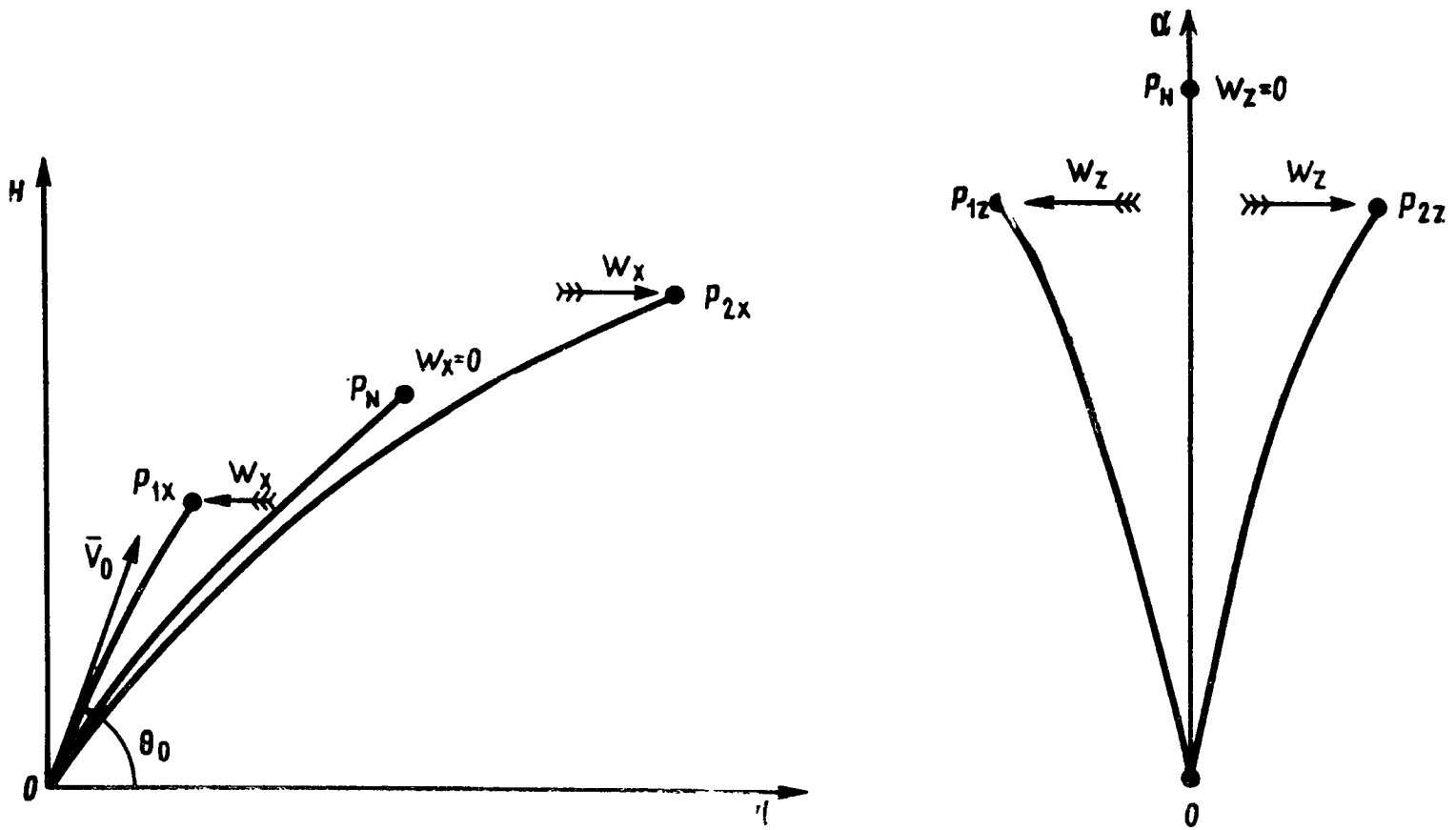


Рис. 8.8. График отклонения траектории снарядов от расчетной точки под воздействием ветра

Для учета метеорологических условий стрельбы предусмотрены два режима метеоподготовки:

режим МС (метеосредний);

режим МА (метеоавтономный).

Режим МС является основным. Он обеспечивает наибольшую полноту и точность учета отклонений метеоэлементов от табличных значений. Режим МС применяется при наличии бюллетеня «Метеосредний».

Режим МА применяется при отсутствии бюллетеня «Метеосредний».

Для учета отклонений метеоэлементов от табличных значений в ЦВС вводят:

наземную температуру воздуха $T_{вн}$ в градусах;

наземное давление воздуха $h_{вн}$ в мм рт. ст.;

среднее отклонение плотности воздуха от табличной $\Delta П_в$ для стандартных высот 2, 12, 30 гм в процентах;

азимут среднего ветра β_w для стандартных высот 2, 12, 30 гм в больших делениях угломера;

скорость среднего ветра W для стандартных высот 2, 12, 30 гм в м/с;

отклонение наземного давления атмосферы от табличного на уровне метеостанции $h_{вмс}$ в мм рт. ст.;

отклонение наземной виртуальной температуры воздуха от табличной на уровне метеостанции $T_{вмс}$ в градусах.

Наземную температуру и давление воздуха измеряют при помощи пращевого термометра и артиллерийского барометра. Измерения проводят через каждые 2 ч, а при резких изменениях в состоянии атмосферы — через 1 ч. Командир подразделения доводит результаты измерений до командиров ЗСУ.

Данные о средних отклонениях плотности воздуха от табличной, скорости и направлении среднего ветра, отклонениях наземного давления и наземной виртуальной температуры от табличных на уровне метеостанции выписывают из бюллетеня «Метеосредний».

Ввод метеоданных в ЦВС производится последовательно: сначала в режиме МА, затем в режиме МС. При работе в режиме МС следует помнить, что информация о состоянии атмосферы, содержащаяся в бюллетене «Метеосредний», сохраняет свою ценность не более 4 ч со времени окончания температурно-ветрового зондирования, указанного в бюллетене, а при резких изменениях в состоянии атмосферы — не более 2 ч. Поэтому для исключения ошибок стрельбы метеоданные в ЦВС необходимо периодически обновлять. При отсутствии очередного бюллетеня «Метеосредний» целесообразно переходить к режиму МА. При переходе от режима МС к режиму МА необходимо обнулить данные ячейки W_{02}.

Так как уровень расположения огневой позиции в общем случае не совпадает с уровнем расположения метеостанции, метеоданные из бюллетеня «Метеосредний» пересчитываются в ЦВС

к точке стояния ЗСУ. Для этого в ЦВС вводят разность высот расположения огневой позиции и метеостанции.

Для расчета табличного распределения метеоэлементов по высоте в режиме МА в ЦВС необходимо вводить высоту расположения огневой позиции над уровнем моря.

Ввод в ЦВС прямоугольных координат реперной точки производится при условии реализации на данной ЗСУ режима внешнего целеуказания ЦУ-В.

Данные для учета условий стрельбы в ЦВС заносятся в бланк учета условий стрельбы (рис. 8.9), который является отчетным документом командира ЗСУ.

Оценка визуальной видимости и определение запретного сектора на Солнце необходимы для определения возможности разведки воздушного противника и ведения огня при помощи ОП, а также для выделения сектора, в пределах которого стрельба ЗУР невозможна из-за влияния Солнца. Под влиянием солнечной засветки происходит срыв сопровождения ЗУР в АВК, а в отдельных случаях выход АВК из строя. Ширина запретного сектора составляет 10—15 град относительно направления на Солнце. Запретный сектор на Солнце определяется при помощи специального планшета, наклеенного на обрамление ИКО.

10 Непосредственная подготовка стрельбы

Непосредственная подготовка стрельбы (НПС) начинается с момента получения огневой задачи (целеуказания) и должна быть завершена с таким расчетом, чтобы обеспечить встречу поражающего элемента с целью на дальней границе зоны огня. Непосредственную подготовку стрельбы организует командир подразделения. Ее операции в основном определяют содержание управления огнем подразделения. При оценке огневых возможностей подразделения рассчитывается время НПС $\tau_{нпс}$. Это время определяется как сумма временных интервалов, необходимых для выполнения отдельных операций:

$$\tau_{нпс} = \tau_{оз} + \tau_{псоц} + \tau_{ск} + \tau_{рр} + \tau_{ссц} + \tau_{вв} + \tau_{к},$$

где $\tau_{оз}$ — время на получение огневой задачи (2 с);

$\tau_{псоц}$ — время на поиск, обнаружение, опознавание и доклад о цели, обнаруженной СОЦ (6—11 с);

$\tau_{ск}$ — время на сопоставление координат указанной и обнаруженной целей на командирском пункте (3—5 с);

$\tau_{рр}$ — время на оценку условий стрельбы и назначение режима работы ЗСУ (2 с);

$\tau_{ссц}$ — время на захват цели на сопровождение ССЦ и доклад о сопровождении (6—11 с);

$\tau_{вв}$ — время на выбор и назначение вида вооружения, а также на выполнение этой команды (2—7 с);

$\tau_{к}$ — время на подачу команды на открытие огня и ее выполнение (при стрельбе по команде) (2 с).

Временные интервалы НПС определяются для хорошо подготовленных экипажей. Время, затрачиваемое на проведение НПС, не является постоянной величиной. Оно зависит от характера цели, условий стрельбы, уровня подготовки экипажей, а также от способа постановки огневой задачи.

Непосредственная подготовка стрельбы включает:

поиск, обнаружение и опознавание цели по целеуказанию или опознавание и выбор цели при отсутствии целеуказания;

выбор вида вооружения и режима работы ЗСУ;

БЛАНК
УЧЕТА УСЛОВИЙ СТРЕЛЬБЫ

МА МС	МС	$\Delta H = H_{оп} - H_{мс}$		$H_{оп}=$ $H_{мс}=$ $\Delta H=$		
		Метео 11	ДДЧЧМ	ВВВВ ($H_{мс}$)	ΔБΔБΔБ ($ПВ_{80}$)	$\Delta T_0\,\Delta T_0$ ($T_з$)
		$H_{ст}$	ΔПΔП ($П_в$)	ΔТΔТ	НН (β_w)	СС (W)
		02				
		12				
		30				
		ΔБΔБΔБ (Величина $ПВ_{80}$)=				
	П	$X_р=$		$Y_р=$		
		Произведено выстрелов:		$N_{ср}=\frac{N_1+N_2}{4}$		
		Левый автомат $N_1=$ Правый автомат $N_2=$		Из таблицы 1. $\Delta V_{ос}=$		
		$H_{оп}$ ($Д_м$)=		$\Delta T_0\,\Delta T_0$ ($T_з$)=		
МА МС	М	$T_{вн}$ ($T_н$)=		$h_{вн}$ ($P_н$)=		

Количество выстрелов ($N_{ср}$)	0–1700	1700–3600	3600–5400	5400–6600	6600–7500	7500–8000
$\Delta V_{ос}$	+1	0	-1	-2	-3	-4

Рис. 8.9. Бланк учета условий стрельбы

перевод ССЦ на излучение и взятие цели на сопровождение; назначение вида огня.

Поиск — это определенным образом организованный обзор заданной области пространства с задачей обнаружения цели. Обнаружение цели заключается в установлении факта присутствия цели в просматриваемой области пространства с определением ее местоположения и характера действий.

Для реализации поисковых возможностей ЗСУ в полном объеме командир подразделения (ЗСУ) в зависимости от характера цели и условий стрельбы должен использовать радиолокационные станции (СОЦ и ССЦ) и оптические приборы (ОП, ТКН-3Б, смотровой прибор механика-водителя).

Поиск цели, как правило, ведется по целеуказанию. При целеуказании командир подразделения передает координаты цели на ЗСУ или указывает ответственный сектор, в котором командир ЗСУ выбирает цель самостоятельно. В РПК применяются следующие режимы целеуказания:

ЦУ-0 (целеуказание от СОЦ);

ЦУ-Г (целеуказание по введенному в ЦВС азимуту и дальности).

В конструкции ЗСУ предусмотрен перспективный режим ЦУ-В (внешнее целеуказание), при котором осуществляется принудительное наведение антенны и стробов дальности ССЦ и ОП в направлении на цель по данным телекодовой информации с командирского пункта. Режим целеуказания определяет способ управления ССЦ и ОП при наведении их на цель.

Применяют три основных способа поиска: поиск СОЦ; поиск ССЦ; поиск ОП.

Поиск СОЦ в режиме ЦУ-0 является основным способом поиска. Осуществляется путем кругового автоматического вращения антенны СОЦ по азимуту с постоянной скоростью 360 град/с. СОЦ обнаруживает низколетящие цели на дальности не менее 16 км с вероятностью обнаружения 0,5 при работе на месте и в движении. Целеуказание осуществляется путем совмещения маркера с отметкой от цели на ИКО. После обнаружения переходят к сопровождению цели СОЦ по дальности. При сопровождении цели СОЦ маркер ССЦ автоматически сопровождает отметку от цели; антенна, стробы дальности ССЦ и ОП наводятся на цель.

Поиск цели СОЦ в условиях помех слабой интенсивности ведут с использованием простейших регулировок (усиления, яркости, фокуса), добиваясь оптимальных условий наблюдения отметки от цели на ИКО.

При невозможности обнаружения цели СОЦ в условиях активных шумовых помех средней и сильной интенсивности кнопкой-табло ПОМЕХА СОЦ включают схему КАРУ и выводят маркер в середину засвеченного сектора. В этом случае обнаружение цели осуществляется при помощи ССЦ или ОП. В условиях несинхронных импульсных помех (НИП) средней и сильной интенсивности кнопкой-табло НИП включают схему защиты от НИП. В условиях

пассивных помех применяют основной режим работы СОЦ — фазовый. При наличии нескомпенсированных отражений от местных предметов в зоне обзора, прилегающей к ЗСУ, включают схему БАРУ.

Поиск скоростных внезапно появляющихся целей ведется в режиме БЦ (ближняя цель). В этом режиме СОЦ автоматически обнаруживает, захватывает цель на сопровождение по дальности и выдает целеуказание ССЦ или ОП аналогично режиму ЦУ-0. Условия режима БЦ выполняются для целей, дальность до которых лежит в пределах от 3 до 10 км. В условиях ПРР поиск СОЦ ведут с ограничением времени работы передатчика на излучение.

Поиск ССЦ ведут при невозможности обнаружения цели СОЦ путем перемещения антенны ССЦ по азимуту в заданном секторе при электромеханическом сканировании луча по углу места в секторе 15 град. В зависимости от способа управления антенной ССЦ по азимуту применяются автоматический секторный поиск ССЦ в режимах ЦУ-0, ЦУ-Г и ручной поиск ССЦ в режиме ЦУ-0.

При автоматическом секторном поиске после нажатия на кнопку-табло ПОИСК ССЦ антенна ССЦ перемещается по азимуту в секторе ± 20 град относительно азимута целеуказания, определяемого ЦУ-0 или ЦУ-Г со скоростью 20 град/с. Ручной поиск ССЦ ведется при ручном управлении антенной ССЦ по азимуту с помощью кнюппеля ОЦ-2 в секторе 40—50 град со скоростью 12—15 циклов в минуту. Управление антенной ССЦ по углу места во всех случаях осуществляется вручную при нажатой кнопке-табло НАВЕД. УМ.

Поиск низколетящих целей (НЛЦ) ведут при нажатой кнопке-табло НЛЦ-ЦУ. При этом антенна ССЦ автоматически выводится на угол места 0-50, сканирование прекращается и включается пеленговый облучатель.

Поиск ССЦ в условиях помех слабой интенсивности ведут с использованием простейших регулировок (усиления, яркости, фокуса), добиваясь оптимальных условий наблюдения отметки от цели на индикаторах СИ-1, СИ-2. В условиях активных шумовых помех средней и сильной интенсивности, когда выделение отметки от цели на фоне помех невозможно, переходят к поиску ОП. В условиях синхронных импульсных помех средней и сильной интенсивности включают вобуляцию частоты повторения. В условиях применения ПРР поиск ССЦ ведут с периодическим переключением передатчика на эквивалент.

Поиск ОП применяется в условиях визуальной видимости и осуществляется путем перемещения визирного устройства по азимуту и углу места в заданном секторе. Поиск по целеуказанию осуществляется в режимах ЦУ-О, ЦУ-Г. При этом визирное устройство выводится на азимут целеуказания. Управление визирным устройством по азимуту в режиме ЦУ-О осуществляется кнюппелем ОЦ-2, по углу места — кнюппелем ДК при нажатой кнопке-табло ПОИСК. При отжатой кнопке-табло ПОИСК осуществляется ав-

томатическое сканирование визирного устройства по углу места в секторе 20 град. Биссектриса сектора меняет свое положение в зависимости от кнопки-табло ЗОНА 2: при нажатой — 10 град, при отжатой — 20 град. Кнопку-табло ЗОНА 2 нажимают при поиске НЛЦ.

При автономном поиске управление визирным устройством по азимуту и углу места осуществляется с помощью кнюппеля ДК при нажатой кнопке-табло ОП. Поиск по азимуту ведется в секторе 40—50 град со скоростью 12—15 циклов в минуту при изменении угла места на 1-00 в каждом цикле обзора.

При отсутствии целеуказания, а также при назначении ответственного сектора после обнаружения нескольких целей производится опознавание и выбор цели в соответствии с ее важностью.

При невозможности выделить наиболее важную цель, а также при распределении огня подразделения по групповым целям пользуются правилом выбора цели (табл. 8.4).

Таблица 8.4

Номер правила	Содержание правила
1	Выбрать первую слева из ближайших целей. Если цели находятся на одном азимуте, выбрать первую по дальности
2	Выбрать вторую слева из ближайших целей. Если цели находятся на одном азимуте, выбрать вторую по дальности
3	Выбрать третью слева из ближайших целей. Если цели находятся на одном азимуте, выбрать третью по дальности
4	Выбрать четвертую слева из ближайших целей. Если цели находятся на одном азимуте, выбрать четвертую по дальности

Правило выбора цели указывается заблаговременно. Если правило выбора цели не указано, командир ЗСУ определяет его по номеру своей установки во взводе.

Опознавание производится для определения принадлежности обнаруженного объекта к своим вооруженным силам по признаку «свой-чужой». Опознавание может производиться при помощи НРЗ и визуально.

Основным способом опознавания является опознавание при помощи НРЗ. В зависимости от характера объекта выбирается линия опознавания «земля — самолет» или «берег — корабль». При этом тумблер С — К ставится в соответствующее положение. Опознавание производится в режиме 1 или 2 VII диапазона. При отсутствии признака «Я свой» переходят к режиму 1 III диапазона волн.

Признак «Я свой» определяется по экрану ИКО. При нажатии кнопки-табло ДИАП VII включается VII диапазон волн, при ее отжатии — III диапазон волн. Опознавание в III диапазоне осуществляется в режиме общего неимитостойкого опознавания и в режиме контрольного опознавания.

Режим общего опознавания является основным режимом III диапазона. В этом режиме код запросного сигнала не меняется, а коды ответных сигналов (всего 36 ответных кодов) изменяются по расписанию переключателями ОО-III и АМИ. Запрос включается нажатием кнопок-табло СЕКТОР I — IV. Признак «Я свой» отображается на экране ИКО в виде отметки общего опознавания (рис. 8.10).

Диапазон	Режим		Наличие ответного сигнала		Виды отметок опознавания
			Свой	Чужой	
VII	1	Общее	+	—	Отметка общего опознавания; Чужой; Свой
VII	2	Гарантированное	+	—	Отметка гарантированного опознавания; Свой; Чужой
III	1	Общее	+	—	Отметка общего опознавания; Чужой; Свой
III	К	Контрольное	—	+ при имитации „Я свой"	Свой без ответа; Чужой с отметкой общего опознавания

Рис. 8.10. Виды экрана ИКО при опознавании цели в различных режимах

Контрольное опознавание производится после общего опознавания в особых случаях (например, при попытке противника имитировать ответные сигналы «Я свой») для подтверждения принадлежности объекта. В этом режиме код запросного сигнала (всего два запросных кода) изменяется по расписанию переклю-

чателем К1 — К2. Этот запросный сигнал запирает ответчик «своего» объекта и ответный сигнал отсутствует. Режим включается с оперативного пульта нажатием кнопки-табло МАНИП К и кнопки-табло соответствующего сектора запроса. Признаком «Я свой» в этом случае является пропадание отметки общего опознавания на экране ИКО.

Опознавание в VII диапазоне осуществляется в двух режимах:
режим 1 — общего неимитостойкого опознавания;
режим 2 — гарантированного (имитостойкого) опознавания.

Режим 1 является основным режимом VII диапазона. В этом режиме код запросного сигнала не меняется, а коды ответных сигналов (всего 6 ответных кодов) изменяются по расписанию переключателем ОО-VII. Запрос включается нажатием кнопки-табло соответствующего сектора запроса. Признак «Я свой» отображается на экране ИКО в виде отметки общего опознавания, идентичной III диапазону.

Режим 2 применяется при попытке противника имитировать ответные сигналы «Я свой». Он включается нажатием кнопки РЕЖИМ II. В этом режиме код запросного сигнала (всего 10^9 кодов) изменяется по случайному закону от посылки к посылке. Код ответного сигнала (всего 16 ответных кодов) определяется кодом запросного сигнала в каждой посылке. Запросный код вводится в изделие 6110-21 при помощи изделия 6110-40 в виде программы, определяемой схемой изделия и введенными ключами действующими и ключами последующими — на текущие и последующие сутки боевых действий.

Подготовка и ввод ключей осуществляются специально назначенными лицами.

Запрос включается при нажатии кнопки-табло соответствующего сектора запроса. Признак «Я свой» отображается на ИКО в виде отметки гарантированного опознавания.

При угрозе захвата ЗСУ противником командир ЗСУ обязан стереть ключевую информацию изделия 6110-21 при помощи кнопки СТИРАН. на ОК-1.

Так как наиболее вероятным случаем является работа с НРЗ в условиях помех, тумблеры ПНП-ВЫКЛ., ПБЛ-ВЫКЛ. ставят в положения ПНП, ПБЛ.

При неисправности НРЗ опознавание производится визуально по силуэтам и конструктивным особенностям объектов, по сигналам ЯСС («Я свой самолет») и по действиям объектов в бою.

Вид вооружения и режим работы ЗСУ выбираются в зависимости от характера цели, условий стрельбы, наличия ракет и боеприпасов.

ЗА применяются при обстреле видимых и невидимых воздушных и надводных целей, видимых наземных целей с места, короткой остановки и в движении.

ЗУР применяются при обстреле воздушных и надводных целей в условиях визуальной видимости с учетом запретного сектора на Солнце с места или с короткой остановки.

Перевод ССЦ на излучение (снятие с эквивалента) производится, как правило, после обнаружения цели СОЦ. Захват цели на сопровождение ССЦ производится после выдачи целеуказания от СОЦ. После захвата цели на сопровождение в первом или втором режиме на цифровых индикаторах ПУИ отображаются скорость, курсовой параметр и высота цели, а также время до входа цели в зону огня.

Вид огня назначается командиром подразделения. Если при постановке огневой задачи вид огня не указан, командир ЗСУ определяет его самостоятельно в зависимости от характера цели и условий стрельбы.

Момент открытия огня определяется по загоранию соответствующих светодиодов на ПУИ. За 5 с до входа цели в зону пуска на встречном или догонном курсе начинает мигать светодиод ВХОД зоны В или зоны Д. За 3 с до входа цели в зону А начинает мигать светодиод ВХОД зоны А.

В момент входа цели в зону загорается светодиод ЗОНА В (ЗОНА Д или ЗОНА А). Светодиод горит в течение всего времени нахождения цели в соответствующей зоне. Момент открытия огня должен выбираться стреляющим с таким расчетом, чтобы встреча ЗУР (снарядов) с целью происходила на дальней границе зоны огня. Открытие огня после погасания светодиода ЗОНА В (ЗОНА Д или ЗОНА А) нецелесообразно с точки зрения эффективности стрельбы.

8.3. СТРЕЛЬБА ЗСУ 2С6

В зависимости от характера цели и условий стрельбы командир подразделения (ЗСУ) должен применять те приемы боевой работы, которые обеспечат максимальную эффективность стрельбы. Научно обоснованные рекомендации по применению различных приемов боевой работы составляют основное содержание Правил стрельбы. Эти рекомендации следует применять творчески, сообразуясь с обстановкой.

Стрельба по одиночной цели

Признаками одиночной цели является появление на экранах индикаторов одной устойчивой отметки, а в поле зрения ОП — одиночного летательного аппарата. Если цель не маневрирует, показания скорости, курсового параметра и высоты на ПУИ почти не меняются.

При отсутствии ограничений на расход ракет и боеприпасов всегда в условиях визуальной видимости следует обстреливать цель последовательно: ЗУР на встречном курсе; ЗА в случае непоражения цели ЗУР; ЗУР на догонном курсе в случае непоражения огнем ЗА. Момент пуска ЗУР на встречном и догонном курсах определяют по загоранию светодиодов ЗОНА В, ЗОНА Д на ПУИ. Момент открытия огня ЗА определяют по заго-

ранию светодиода ЗОНА А на ПУИ. Огонь ЗА ведут автоматическими очередями или вручную до поражения цели или до погасания светодиода ЗОНА А. Стрельбу ЗА рекомендуется вести в первом режиме.

Особенности стрельбы по групповой цели

Признаками групповой цели являются: появление на экранах индикаторов нескольких близко расположенных или наложенных друг на друга отметок; увеличенные размеры и повышенная флюктуация отметки по сравнению с отметкой от одиночной цели, а в поле зрения ОП наличие нескольких летательных аппаратов.

В условиях визуальной видимости стрельбу ведут ЗУР. Обстрел цели рекомендуется проводить залпом двух ЗСУ. Момент открытия огня определяется по загоранию светодиодов ЗОНА В, ЗОНА Д на ПУИ. Стрельба ЗА является продолжением стрельбы ЗУР. Стрельбу ЗА рекомендуется вести во втором режиме. Огонь открывают по загоранию светодиода ЗОНА А на ПУИ и ведут автоматическими очередями или вручную до поражения цели или до выхода ее из зоны обстрела (погасания светодиода ЗОНА А).

Особенности стрельбы по низколетящим целям

Признаками низколетящей цели являются: появление на экранах индикаторов флюктуирующей отметки, неустойчивое сопровождение цели ССЦ; показания высоты не превышают 600 м, показания скорости и курсового параметра на ПУИ почти не изменяются.

Сопровождение цели осуществляют, как правило, в режиме СДЦ при нажатой кнопке-табло РАЗРЕШ. НЛЦ. В условиях визуальной видимости стрельбу ведут ЗУР. Пуск на встречном курсе проводится немедленно после перехода к сопровождению ОП. Момент пуска на догонном курсе определяется по загоранию светодиода ЗОНА Д на ПУИ. Стрельба ЗУР на высотах менее 15 м ведется с отключенным НДЦ.

Стрельбу ЗА рекомендуется вести во втором режиме как продолжение стрельбы ЗУР. Огонь открывают по загоранию светодиода ЗОНА А и ведут автоматическими очередями или вручную до поражения цели или до выхода ее из зоны обстрела. При стрельбе по внезапно появляющимся целям применяют непрерывный огонь. При невозможности стрельбы во втором режиме ее ведут в пятом режиме.

Особенности стрельбы по маневрирующей цели

Признаками маневрирующей цели являются: резкое изменение показаний высоты и курсового параметра на ПУИ; изменение показаний шкал угла места и текущего азимута цели. Маневр цели курсом хорошо виден на ИКО.

В условиях визуальной видимости стрельбу ведут ЗУР. Момент пуска определяется нахождением цели на прямолинейном участке маневра в середине зоны пуска.

Стрельбу ЗА рекомендуется вести в первом режиме на прямолинейном участке маневра. Момент открытия огня определяется по загоранию светодиода ЗОНА А. Огонь ведут длинными очередями до поражения цели или до выхода ее из зоны обстрела.

Особенности стрельбы по вертолетам

Признаком цели типа вертолет является появление на экранах индикаторов размытой, сильно флюктуирующей отметки, которая неподвижна или перемещается с малой скоростью.

Стрельбу по вертолетам целесообразно вести ЗУР. Стрельбу по вертолету на горизонтальном курсе ведут как по одиночной цели. Стрельба ЗА в этом случае является продолжением стрельбы ЗУР. Стрельбу ЗА рекомендуется вести во втором режиме. Огонь ведут короткими очередями.

По зависающим вертолетам стрельбу ведут ЗУР. Момент пуска определяется появлением вертолета в поле зрения ОП. Стрельбу ведут с отключенным НДЦ. Стрельбу ЗА рекомендуется вести во втором режиме. При невозможности своевременного открытия огня во втором режиме стрельбу ведут в пятом режиме. Огонь ведут длинными очередями до поражения цели. По приземлившемуся вертолету стрельбу продолжают как по наземной цели.

Особенности стрельбы по беспилотным средствам воздушного нападения

К беспилотным средствам воздушного нападения, которые могут уничтожаться ЗСУ, относятся крылатые ракеты и беспилотные самолеты различного назначения. Признаками беспилотных средств являются: слабый по сравнению с одиночной целью отраженный сигнал; скорость цели не более 200 м/с; в поле зрения ОП малоразмерный летательный аппарат без остекленной кабины. При обстреле цели — отсутствие реакции на огневое воздействие.

В условиях визуальной видимости стрельбу по крылатым ракетам ведут ЗУР как по НЛЦ. По беспилотным самолетам стрельбу ЗУР ведут как по маневрирующим целям. Во всех случаях стрельбу ЗУР рекомендуется вести при нажатой кнопке-табло МЛЦ, что обеспечивает своевременное срабатывание НДЦ при обстреле малоразмерных целей. Стрельба ЗА является продолжением стрельбы ЗУР и ведется как по низколетящим или маневрирующим целям.

Особенности стрельбы в условиях помех

Активные шумовые помехи наблюдаются на экране ИКО в виде засвеченных секторов, на экранах СИ-1, СИ-2 — в виде сильно возросших шумов, маскирующих отметки от целей.

При невозможности автосопровождения цели по дальности переходят к полуавтоматическому или ручному сопровождению цели по дальности. При невозможности выделить отметку от цели на экране СИ-1 дальность берут от СОЦ.

В условиях визуальной видимости стрельбу ведут ЗУР. Стрельбу ЗА рекомендуется вести в первом режиме, а при невозможности сопровождения цели ССЦ по угловым координатам — во втором режиме. При угрозе срыва автосопровождения цели ССЦ переходят к стрельбе в третьем режиме. При невозможности стрельбы в третьем режиме в условиях визуальной видимости стрельбу ведут в четвертом режиме. При невозможности стрельбы с РПК применяют пятый режим.

Синхронные импульсные помехи наблюдаются на экране ИКО в виде концентрических линий, ограниченных секторами, ширина которых зависит от интенсивности помех. На экранах СИ-1, СИ-2 наблюдается несколько отметок, сходных с отметками от цели. Количество отметок определяется многократностью помехи. Если применена несинхронная помеха, на ИКО наблюдают спиральные линии, на экранах СИ-1, СИ-2 появляются импульсы на различных участках развертки.

Стрельбу ведут при включенной вобуляции частоты повторения. При невозможности выделить отметку от цели стрельбу ведут, как и в условиях активных шумовых помех.

Если применена уводящая помеха по дальности, в момент разделения отметки от цели переходят к полуавтоматическому или ручному сопровождению цели по дальности. Если момент разделения отметки упущен, дальность берут от СОЦ либо переходят в третий режим.

Пассивные помехи наблюдаются на экране ИКО в виде засвеченных участков экрана или отдельных отметок, сходных с отметками от цели. На экранах СИ-1, СИ-2 — в виде последовательности импульсов со слабым очертанием фронтов, флюктуирующих по амплитуде. В поле зрения ОП может наблюдаться облако дипольных отражателей.

Стрельбу ведут при включенной системе СДЦ. При автосопровождении цели в штатном режиме на подходе к облаку пассивных помех рекомендуется кратковременно перейти к третьему режиму, включить СДЦ, добиться оптимальных условий наблюдения цели и затем снова перейти к автосопровождению цели.

При невозможности выделения цели на фоне помех стрельбу ведут, как и в условиях активных помех.

Стрельбу ЗУР по целям, действующим под прикрытием плотных дымовых (аэрозольных) завес, а также периодически скрывающимся за облаками, ведут на открытых участках курса. В случае входа цели в облако после пуска наводчик при наведении ракеты сохраняет прежний режим сопровождения цели, а при выходе ее из облака — уточняет наводку. При отстреливании целью инфракрасных ракет-ловушек наводчик переводит ПОО в режим «Помеха».

Особенности стрельбы в условиях ПРР

Признаком применения ПРР является внезапное прекращение постановки помех в диапазоне СОЦ или ССЦ. При сопровождении носителя ПРР в момент отделения ракеты на индикаторах наблюдается кратковременное увеличение амплитуды импульса и в дальнейшем отделение от него импульса меньшей амплитуды, движущегося с большой скоростью в направлении уменьшения дальности. В поле зрения ОП наблюдается облако дыма в районе цели. Пуск ПРР наиболее вероятен с самолетов, движущихся в направлении ЗСУ с параметром, близким к нулевому.

Стрельбу в условиях ПРР ведут с регламентацией времени излучения СОЦ и ССЦ. После захвата цели на сопровождение ССЦ, если время до входа цели в зону более 10 с, переходят в третий режим. ССЦ при этом ставится на эквивалент. Перевод передатчика ССЦ на излучение и захват цели на сопровождение осуществляются на минимальной дальности, обеспечивающей своевременный обстрел цели. При обнаружении пуска ПРР переходят в третий режим с выключением высокого напряжения СОЦ и ССЦ; если позволяют условия обстановки, стрельбу ведут в движении.

Если возможно, стрельбу ведут в четвертом режиме. При этом передатчики СОЦ и ССЦ выключают.

Особенности стрельбы по целям, сбрасываемым на парашютах

Стрельбу ведут, как правило, в пятом режиме. При отсутствии ветра вертикальная нить перекрестия совмещается с целью. При скорости ветра до 5 м/с вертикальная нить выносится на 0-05, а при скорости ветра более 5 м/с — на 0-15 в направлении движения цели. Во всех случаях горизонтальную нить перекрестия дистанционной шкалы совмещают с нижним срезом цели. Огонь ведут короткими очередями. При наблюдении односторонних отклонений не менее чем в двух очередях вводится корректура по боковому и вертикальному направлениям. Корректуру вводят равной по величине и противоположной по направлению наблюдаемым отклонениям путем смещения перекрестия от точки наводки. По приземлившимся парашютистам стрельбу продолжают как по наземным целям.

По компактным группам парашютистов решением командира подразделения огонь ведут ЗУР.

Особенности стрельбы по наземным и надводным целям

Стрельбу ведут, как правило, на самооборону. Стрельбу по надводным целям в условиях визуальной видимости целесообразно вести ЗУР или ЗА во втором режиме. При стрельбе ЗУР необходимо отключать НДЦ. Стрельба ЗА ведется при малых углах возвышения, поэтому на ПУИ необходимо установить угол огра-

ничения минус 15 град. Наводка осуществляется в середину видимого основания цели. При отсутствии видимости стрельбу ведут ЗА в первом режиме. При невозможности сопровождения цели в первом, втором режимах стрельбу ведут ЗА в пятом режиме.

Стрельба по наземным целям ведется только в пятом режиме. Входными данными для стрельбы в пятом режиме являются дальность до цели и ее курс. При стрельбе по неподвижным целям и движущимся целям больших размеров — только дальность. Дальность до цели определяется при помощи ТКН-3Б или по карточке огня прямой наводкой, курс цели — на глаз. Наводка осуществляется силовыми приводами в режиме ПАН, в исключительных случаях — вручную. При стрельбе по неподвижной цели риску дистанционной шкалы, соответствующую дальности до цели, совмещают с серединой видимого основания цели.

При определении курса цели различают:

фронтальное движение цели — курсовой угол от 0 до 30 град;

облическое движение цели — курсовой угол от 30 до 60 град;

фланговое движение цели — курсовой угол от 60 до 90 град.

Порядок наводки при стрельбе по движущимся целям показан на рис. 8.11.

При сосредоточении огня нескольких ЗСУ по цели больших размеров командир подразделения может распределять точки наводки по поверхности цели. Огонь по целям больших размеров ведут длинными очередями.

По целям малых размеров огонь ведут короткими очередями с дальности 2000 м и менее. Отклонение трасс от цели оценивают по боковому направлению и дальности.

Корректуру по боковому направлению вводят равной по величине и противоположной по направлению наблюдаемым отклонениям в делениях угломера или в фигурах цели. Корректура в делениях угломера вводится при отклонении центра группирования трасс от цели более чем на одну фигуру. Корректуру в полфигуры назначают при наблюдении односторонних отклонений не менее чем в двух очередях.

Корректура по дальности вводится изменением дальности. При наблюдении недолетов (перелетов) до 4 гм не менее чем в двух очередях дальность увеличивают (уменьшают) на 2—4 гм. При получении недолетов (перелетов), превышающих 4 гм, дальность увеличивают (уменьшают) на 4 гм после первой очереди.

Огонь ведут до поражения цели.

Наблюдение стрельбы

Каждая стрельба должна быть обеспечена надежным и непрерывным наблюдением. Наблюдение за результатами стрельбы ведется командиром подразделения (ЗСУ) с задачей оценки эффективности стрельбы, характера действий противника при обстреле, для определения необходимости изменения режима работы

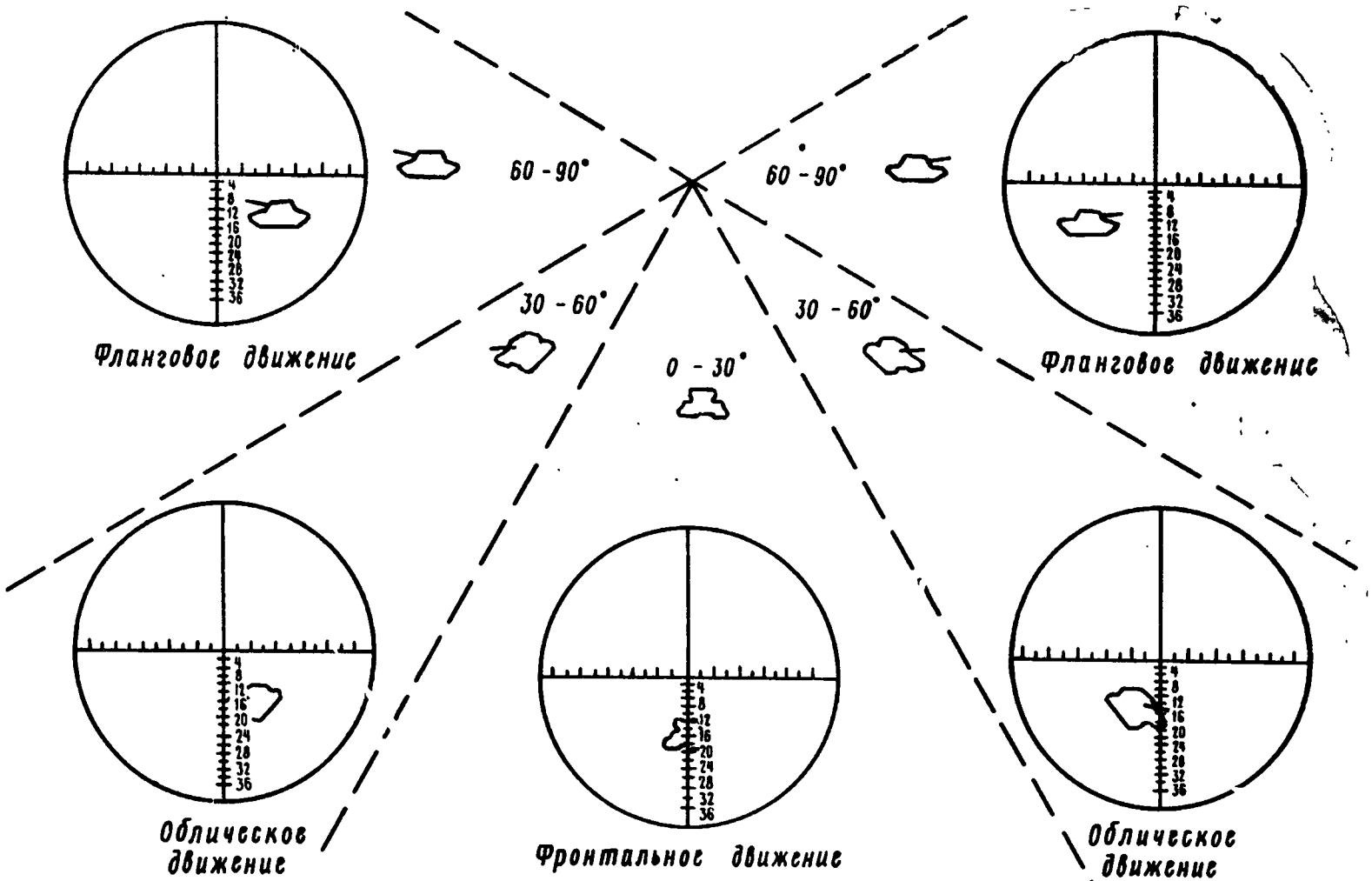


Рис. 8.11. Выбор точки наводки при стрельбе по движущимся наземным и надводным целям

ЗСУ, а также оценки точности наведения ЗУР или характера группирования трасс у цели при стрельбе ЗА.

Наблюдение ведут по индикаторам РЛС и ПУИ, а также визуально, при помощи ОП и приборов наблюдения. Оценку отклонений разрыва ЗУР (трасс) от цели проводят в картинной плоскости (когда цель и разрыв или трасса находятся на одинаковом удалении от ЗСУ).

Признаками эффективности стрельбы являются:

наблюдение в ОП подрыва ЗУР (трасс ЗА) у цели с последующим появлением дымного следа, огня, взрыва цели;

дробление с последующим исчезновением отметки от цели после подрыва ЗУР (стрельбы ЗА) на индикаторах РЛС;

резкое изменение показаний скорости, высоты, курсового параметра цели на ПУИ после обстрела.

8.4. БОЕВАЯ РАБОТА

Меры безопасности при подготовке и проведении стрельб из ЗСУ 2С6

При осмотре установки:

занятие и покидание рабочих мест через люки производить только при застопоренных в открытом состоянии крышках люков;

проверять автоматы на заряженность необходимо после постановки их на предохранители при углах возвышения от минус 0-50 до плюс 1-10;

чистку стволов проводить при разряженных автоматах.

При загрузке боеприпасов и заряжании ракет:

установку обесточить, башню застопорить, автоматы застопорить и поставить на предохранители;

установку и ТЗМ заземлить;

не находиться под грузом и в зоне действия стрелы;

оберегать патроны от ударов о выступающие части;

перед заряжением ракет снять с себя статическое электричество, касаясь рукой металлических частей ЗСУ или ТЗМ.

При переводе установки в боевое положение и стрельбе:

не включать гидроприводы, если не поднята антенна СОЦ, а в зоне обметания стволов находятся люди и посторонние предметы;

при включенных гидроприводах **запрещается** выключать СЭП, переводить башню и автоматы в ручное наведение, а также занимать и покидать рабочие места;

перед включением вращения антенн СОЦ и ССЦ убедиться в отсутствии людей и посторонних предметов возле антенн;

следить за исправностью вентиляции РПК;

не допускать нахождения людей ближе 100 м от ЗСУ;

период ведения огня с включенной кнопкой-табло ГОТОВ должен быть известен четвертому номеру;

после интенсивной стрельбы необходимо открывать периодически для вентиляции люки водителя, наводчика и командира установки;

двигаться можно только с застопоренной башней и автоматами или с включенными гидроприводами;

не допускать касания антенной радиостанции токонесущих частей.

При устранении задержек во время стрельбы, требующих извлечения патронов:

обесточить ЗСУ и направить стволы в безопасную зону;

башню застопорить, автоматы застопорить и поставить на предохранители;

избегать касания кожуха автомата и стволов после стрельбы, поскольку температура их нагрева может достигать 100° и более.

Боевая работа при подготовке подразделения к стрельбе

Расчехление установки выполняется в два этапа. Вначале производят снятие и укладку чехла общего покрытия по команде первого номера (командира ЗСУ) **«Снять чехол общего покрытия».** По этой команде третий номер развязывает веревку чехла общего покрытия и совместно с четвертым номером с левого борта вдвое складывают чехол вдоль установки до ее середины. Такую же операцию выполняют первый и второй номера с правого борта.

После этого края чехла складывают до середины башни, плотно сворачивают чехол в направлении от передней части ЗСУ к корме, а затем укладывают его на корме ЗСУ.

На втором этапе по команде первого номера «Расчехлить установку» производят расчехление пушки, антенны СОЦ и ССЦ и укладку этих чехлов. При этом антенну ССЦ расчехляет первый номер, а антенну СОЦ — четвертый номер. Левый автомат расчехляет второй номер, а правый автомат — третий номер.

Закрепляются эти чехлы на корме башни, причем чехлы антенны СОЦ и левого автомата — на левой стороне, а чехлы антенны ССЦ и правого автомата — на правой стороне.

Для проведения осмотра ЗСУ первый номер подает команду: **«Осмотреть установку».**

При выполнении этой команды второй номер собирает и устанавливает антенну радиостанции. Третий номер по этой команде разворачивает башню вправо на 90 град и стопорит, а автоматы стопорит и ставит на предохранители. Затем первый номер при помощи второго и третьего номеров убеждается в разряженности автоматов, а также в отсутствии в автоматах и каналах стволов посторонних предметов. После этого автоматы снимаются с предохранителей для проверки работы механизмов автоматов и постановки ударников на шептало.

Убедившись в нормальной работе механизмов автоматов и постановке ударников на шептало, первый номер командует: **«Протереть стволы».** Получив эту команду, третий номер опускает стволы вниз до упора (минус 1-50), а после того как второй номер соберет банник, протирают вдвоем стволы. Выполнив команду «Протереть стволы», второй номер разбирает и укладывает банник на место, а третий номер застопоривает автоматы при угле возвышения 0-33, проверяет уровень масла в дополнительном баке 2Э29ВН и протирает визирное устройство. Кроме того, второй и третий номера проверяют надежность закрытия нижних крышек гильзоотводов и крышек кожухов ЗА, а также удаляют пыль и грязь с направляющих и контактов вилок разъема.

Первый номер в это время проверяет уровень жидкости в кожухах охлаждения автоматов и отсутствие течи из них, а также исправность и надежность крепления буксирных тросов, шанцевого инструмента, чехлов, ящиков ЗИП, снаряжения и личного имущества экипажа.

После проведения указанных операций первый, второй и третий номера занимают свои места в установке, проверяют внешним осмотром крепление блоков РПК и выставляют органы управления в исходное состояние. Третий номер разворачивает башню вдоль корпуса самохода и застопоривает ее, а первый номер готовит радиостанцию к работе.

Четвертый номер по команде «Осмотреть установку» проверяет:

заправку топливом, маслом, охлаждающей жидкостью всех систем силовой установки;

уровень масла в ГОМП, ГМТ, раздаточной коробке и масло-картере ГТД;

отсутствие подтеканий топлива, масла и охлаждающей жидкости в моторно-трансмиссионном отделении, отсеках СЭП и ГТД;

уровень жидкости в пополнительном баке 2Э29ГН и баке системы стеклоочистки;

степень натяжения гусениц, состояние траков;

давление воздуха в баллоне воздушного запуска;

исправность привода жалюзей двигателя;

работу ламп сигнализации, освещения, фар, габаритных фонарей и звукового сигнала;

исправность цепей пиропатронов баллонов ППО.

По окончании всех работ по осмотру установки первый номер докладывает командиру взвода: **«Такая-то, осмотр произведен, недостатков не обнаружено (или обнаружено то-то)».**

Подготовка ракет и боеприпасов к стрельбе производится заблаговременно до начала боевых действий, а также во время боевых действий, как правило, в период между налетами воздушного противника. В период боевых действий ракеты и боеприпасы доставляются на огневую позицию, как правило, транспортом

полка, а в отдельных случаях по распоряжению командира дивизиона — транспортом батареи.

Прием поступивших в батарею ракет и боеприпасов производится командирами взводов под непосредственным руководством командира батареи. При приеме ракет командир взвода обязан:

принять документацию на ракеты;

провести внешний осмотр контейнеров, проверить комплектность каждой ракеты согласно сопроводительной документации и наличие пломб;

уточнить, когда и в каком объеме проверялось бортовое оборудование ракет и на какие расстояния они транспортировались после проверки;

проверить целостность стыковочного узла, не касаясь контактов руками.

Прием и передача ракет оформляются на отрывном талоне формуляра ракеты.

При приеме боеприпасов и звеньев командир взвода обязан:

принять указанное в накладной количество боеприпасов в ящиках (гермоупаковках) и звеньев в ящиках;

провести внешний осмотр ящиков (гермоупаковок) с боеприпасами и ящиков со звеньями.

Прием и передача боеприпасов и звеньев оформляются по накладным.

При возможности в каждую ТЗМ укладывают боеприпасы одной партии.

Подготовка боеприпасов и ракет к стрельбе производится расчетами ТЗМ на специально оборудованных площадках, скрытых от наблюдения противника.

Полученные ракеты загружаются на ТЗМ после установки литера, соответствующего обеспечиваемой ЗСУ.

При подготовке звеньев вскрываются ящики, протираются (промываются) звенья и соединяются между собой.

При подготовке боеприпасов к снаряжению вскрываются ящики и гермоупаковки. Гермоупаковки вскрываются вручную при помощи вскрывателей, имеющихся в ящиках, или при помощи электрической машинки для вскрытия гермоупаковок.

Ленты из 119 звеньев снаряжаются 118 патронами в следующем порядке: четыре патрона с ОФЗ снарядами, пятый с ОТ. В процессе снаряжения ленты укладываются на специальный брезентовый коврик, имеющийся в ТЗМ. После снаряжения ленты с боеприпасами укладываются в патронные коробки, которые затем попарно (правые и левые) загружаются в ТЗМ. Перед загрузкой в коробки дополнительно укладывается по одному патрону.

Заряжание установок ракетами и загрузка боеприпасами производятся на огневой позиции по команде командира подразделения **«Такая-то, зарядить столькими-то, загрузить боеприпасы».** В необходимых случаях установки для этих целей могут вызываться с огневой позиции в укрытое место. Порядок и очередность

заряжания и загрузки установок боекомплектом устанавливает командир подразделения.

Место для заряжания ракетами и загрузки боеприпасами должно иметь ровную поверхность размерами не менее чем 8×10 м, с уклоном до 4 град, достаточно плотный грунт, быть открытым для подъезда и маневрирования стрелой ТЗМ (радиус обметания 4 м).

Заряжание установки ракетами и загрузка боеприпасами производятся с использованием крана ТЗМ (при скорости ветра до 20 м/с) или вручную с помощью захватов из состава ТЗМ. Заряжание ЗСУ производится экипажем совместно с расчетом ТЗМ по команде командира установки **«Загрузить боеприпасы, зарядить ракетами».** Команда выполняется быстро, с соблюдением соответствующих требований правил техники безопасности.

Вначале извлекаются из установки пустые патронные коробки, а затем производится загрузка установки полными патронными коробками. Патронные ленты подаются через рукава в автоматы, и производится неполное заряжание автоматов (перевод подвижных частей автоматов из одного крайнего положения в другое выполняется только один раз). Устанавливаются также пиропатроны, которые командир установки получает у командира ТЗМ.

Перед заряжанием ракет командир ЗСУ проверяет соответствие литера, исправность и чистоту направляющих. Ракетами заряжаются в первую очередь нижние направляющие. За 30—40 см до входа переднего бугеля в пазы снимают заглушку разъема контейнера.

Пустые патронные коробки и контейнеры загружаются в ТЗМ, которая убывает для пополнения боеприпасами и ракетами.

После заряжания командир ЗСУ устанавливает на транспаранте счетчика остатка патронов количество загруженных боеприпасов для левого и правого автоматов и вместе с наводчиком убеждается в том, что транспаранты постов с ракетами горят на ПП и ПК вполнакала.

Развертывание в боевой порядок производится, как правило, с ходу. При развертывании ночью, на пересеченной местности, в сложных метеорологических условиях занятие огневой позиции может производиться с места последней остановки.

Развертывание в боевой порядок с ходу осуществляется по команде командира взвода **«Боевой порядок в линию установок (в две линии, в колонну), интервал 000, дистанция 000, вперед (вправо, влево, на такой-то ориентир), марш».** Для остановки на огневой позиции подается команда **«Внимание, стой».**

При занятии огневой позиции с места последней остановки командир взвода следует на позицию с командирами установок, выбирает и указывает им места расположения установок. После этого командиры установок самостоятельно выводят свои ЗСУ на указанные места. При выборе огневой позиции учитываются следующие требования:

возможность кругового обстрела при минимальных углах закрытия, особенно в сторону противника;

площадка для ЗСУ должна иметь плотный грунт и уклон не более 7 град;

наличие скрытых и удобных подъездных путей;

отсутствие на удалении 300—400 м высоковольтных линий электропередачи, зданий, сооружений (предпочтение отдавать местности, покрытой мелким кустарником, высокой травой или посевом).

При инженерном оборудовании огневой позиции (стрельбе из окопа) грунт должен укрываться травой, дерном, ветками деревьев. Если боевые действия проходят в лесу, то огневая позиция выбирается на опушках, полянах, вырубках, возвышенностях, широких просеках, в мелколесье, что облегчает своевременное обнаружение и обстрел средств воздушного нападения противника. По необходимости производится расчистка ответственных секторов установок.

При стрельбе ЗСУ в движении следует выбирать по возможности ровные участки местности, обеспечивающие углы качки до 7 град. Если углы качки превышают 7 град, то стрельбу по возможности ведут с коротких остановок.

Для достижения электромагнитной совместимости между ЗСУ 2С6 и комплексами 2К12, 2К11, 9К33, ЗСУ-23-4, а также между несколькими ЗСУ 2С6 последние необходимо размещать на удалении:

от комплексов типа 2К11, 9К33, 2К12 и ЗСУ-23-4 не менее 250 м;

от станций типа 1С12 не менее 2500 м;

от соседних ЗСУ 2С6 не менее 150 м.

Подготовка БКП и установок к боевой работе проводится после занятия огневой позиции. Порядок подготовки БКП рассмотрен в п. 8.5.

Приведение установок в боевое положение производится по команде **«К бою»** в соответствии с приложением Правил стрельбы и боевой работы. Перевод установок в готовность к ведению огня должен занимать как можно меньше времени, поэтому установки готовятся вначале к стрельбе с прицелом (5-й режим), а затем к стрельбе с РПК.

В процессе приведения установок в боевое положение производится сокращенная проверка готовности к стрельбе, а затем командиры установок последовательно докладывают о готовности к стрельбе в 5-ом режиме: **«Такая-то к стрельбе в 5-ом режиме готова»**, а по готовности к стрельбе в 1-ом (2-ом) режиме — **«Такая-то к стрельбе в 1-ом (2-ом) режиме готова»**. Командиры ЗСУ проверяют правильность занесенной информации в ДЗУС.

В зависимости от обстановки и наличия времени командир взвода для проверки материальной части в полном объеме подает команду: **«Функциональный контроль»** или **«Таким-то, функцио-**

нальный контроль». По этой команде проводится углубленная проверка функционирования систем СОЦ, ССЦ, НРЗ.

До командиров ЗСУ доводятся действующие коды в устном порядке, а выставляются они по установленному сигналу. Часы на блоке 55М заводятся и устанавливается текущее (московское) и заданное время. Тумблер С—К ставится в соответствующее положение. При необходимости вводится ключевая информация в блок 55С ответственным должностным лицом.

По команде командира взвода **«Такая-то, угол ограничения 00, сектор 000 (в градусах)»** командиры установок вводят в ЦВС скомандованные углы ограничения и докладывают: **«Такая-то, есть угол ограничения 00, сектор 000».** На равнинной местности нижний предел по углу возвышения устанавливают равным 10 град. Ограничения стрельбы вводятся для обеспечения безопасности при стрельбе в сторону соседних установок или своих неприкрытых войск.

Топографическая подготовка проводится в целях привязки и ориентирования установок, БКП, а также учета влияния местности на их работу.

При проведении топографической подготовки стрельбы командиром батареи определяются координаты БКП и реперных точек и на основании этих данных определяется и вводится параллакс для АСПД и планшета.

Координаты действующей реперной точки доводятся до командиров взводов и установок.

Командиры взводов определяют:

координаты огневой позиции и каждой ЗСУ;

высоту расположения огневой позиции над уровнем моря;

азимуты ориентирных направлений и дальность до них;

сектор аварийного пуска ракет;

угол закрытия огневой позиции.

Координаты ЗСУ и сектор аварийного пуска ракет доводятся до командиров ЗСУ. Остальные данные командиры взводов используют при составлении схемы местных ориентиров и распределении ответственных секторов стрельбы для каждой установки, а также при проведении предварительной подготовки стрельбы. Эти данные служат основой для составления командирами ЗСУ карточек огня прямой наводкой.

Экипажами установок производятся подготовка навигационной аппаратуры к работе и ориентирование установок. Навигационная аппаратура подготавливается к работе при реализованном режиме ЦУ-В в обязательном порядке.

Ориентирование установок проводится, как правило, по удаленной точке, для чего командир взвода командует: **«Всем, наводить туда-то, азимут 00-00».** Наводчики проводят ориентирование установок, а по его окончании командиры установок докладывают: **«Такая-то сориентирована».** Для ориентирования взаимным визированием подается команда **«Всем, наводить в буссоль (в такую-то), азимут по такой-то 00-00, по такой-то 00-00».**

С целью проверки точности ориентирования командир взвода назначает хорошо видимый ориентир и командует: **«Всем (таким-то), ориентир такой-то, доложить азимут».** После определения азимута на указанный ориентир командиры ЗСУ докладывают: **«Такая-то, ориентир такой-то, азимут 00-00».**

Если ориентирование установок проведено правильно, то командир взвода дает команду: **«Отметиться».** Командир каждой ЗСУ выбирает самостоятельно 2—3 точки наводки и командует: **«Отметиться, точка наводки такая-то».** По этой команде наводчик в режиме «Поиск» совмещает прицельную марку ОП с указанной точкой и докладывает: **«Есть ориентир такой-то».** Командир ЗСУ записывает азимуты точек наводки. Эта операция проводится с целью проверки ориентирования установок в процессе боевой работы.

При проведении предварительной подготовки стрельбы командир батареи (взвода), определяет и выдает следующие данные на установки:

среднее отклонение плотности воздуха от табличного значения, дирекционный угол направления среднего ветра и скорость ветра для стандартных высот 2, 12, 30 гм;

отклонение атмосферного давления и виртуальной температуры на уровне метеостанции от своих табличных значений;

превышение огневой позиции над уровнем моря;

атмосферное давление и температуру воздуха на огневой позиции.

Среднее отклонение начальной скорости снарядов вследствие износа каналов стволов командиры установок определяют самостоятельно.

Командиры ЗСУ заполняют бланки учета условий стрельбы, вводят полученные данные в ЦВС и докладывают: **«Такая-то, поправки введены».**

Для предотвращения пуска ЗУР в направлении Солнца командиры ЗСУ определяют запретный сектор стрельбы в сторону Солнца по планшету.

При выполнении команды «Готовность — 1» командир ЗСУ производит стыковку одной из направляющих с качающейся частью нажатием кнопки-табло Р и производит полное заряжание автоматов при помощи пиропатронов (перезарядка один раз).

Непосредственная подготовка стрельбы проводится после получения огневой задачи. Если огневая задача ставится назначением ответственного сектора, то для поиска целей СОЦ командир батареи (взвода) командует: **«Таким-то (такой-то), поиск круговой (сектор 00-00 — 00-00)»,** а для поиска целей ССЦ (ОП) командует: **«Таким-то (такой-то), поиск ССЦ (ОП), сектор 00-00 — 00-00».**

Командир ЗСУ, получив задачу на поиск цели, производит обзор заданной области пространства по ИКО или командует: **«Второй (третий), поиск в секторе 00-00 — 00-00».** При этом он

задает кнюппелем ОЦ-2 основное направление поиска антенне ССЦ и ОП.

Если поиск осуществляется в условиях помех, то экипаж должен использовать аппаратуру защиты от помех и все поисковые возможности установки.

Обнаружив цель при секторном обзоре пространства, второй номер нажимает кнопку НАВЕД. АЗ и докладывает: **«Есть цель».** При обнаружении цели в ОП третий номер переходит на ее сопровождение и докладывает: **«Визир, есть цель».** После обнаружения цели производится ее опознавание. Если признак «ЯСС» отсутствует, командир установки докладывает: **«Такая-то, есть цель, азимут 00-00, дальность 00, одиночная (групповая)».**

Приняв решение на обстрел конкретной цели, командир батареи (взвода) командует: **«Таким-то (такой-то), цель 000, азимут 00-00, дальность 00, уничтожить».**

При необходимости командир подразделения дополнительно указывает:

режим работы;

вид вооружения;

ограничения в расходе ракет и боеприпасов;

правило выбора цели.

Для открытия огня по целям, сбрасываемым на парашютах, командир взвода (установки) командует: **«По парашютистам над таким-то, режим второй, короткими, огонь»** или **«По парашютистам над таким-то, режим пятый, вправо (влево) 00, короткими, огонь».**

Если необходимо обстрелять надводную (наземную) цель с прицелом, командир взвода (установки) командует: **«По катеру (бронетранспортеру у такого-то), режим пятый, наводить туда-то, дальность 00, короткими, огонь».**

При необходимости одновременного ведения огня по нескольким целям командир батареи (взвода) командует: **«По таким-то, в своих секторах»** или **«Первая по такой-то, вторая по такой-то, короткими, огонь».**

Получив огневую задачу, командир установки отыскивает указанную цель по ИКО и выдает целеуказание второму или третьему номеру (в зависимости от назначенного режима работы). При невозможности работы в указанном режиме командир установки самостоятельно выбирает и назначает режим работы установки.

После захвата на автоматическое сопровождение низколетящей цели второй номер нажимает кнопку-табло РАЗРЕШ. НЛЦ. Отжимается эта кнопка-табло при увеличении угла места цели до 1-00. О сопровождении цели следует доклад командиру подразделения **«Первая, цель сопровождаю, азимут 00-00, дальность 00, угол места 00-00».** Используя данные о параметрах цели, высвечиваемых на световом табло ПУИ, командир установки уточняет или назначает вид вооружения для обстрела данной цели, вид огня и момент его открытия.

В условиях применения противником ПРР командир ЗСУ до обнаружения цели при помощи СОЦ регламентирует ее работу на излучение. ССЦ снимается с эквивалента только после получения целеуказания от СОЦ. После захвата цели на сопровождение в первом или втором режиме командир ЗСУ определяет время до входа цели в зону В (Д или А) и, если оно более 10 с, выключает высокое напряжение СОЦ (нажимает кнопку-табло ЭКВИВ. 1) и командует: **«Третий режим, эквивалент».** Второй номер нажимает кнопки-табло ИНЕР, ЭКВ и докладывает: **«Есть третий режим, эквивалент».**

При загорании лампы ЗОНА В(Д или А) командир ЗСУ включает высокое напряжение СОЦ (отжимает кнопку-табло ЭКВИВ. 1) и командует: **«Автомат».** Второй номер отжимает кнопку-табло ЭКВ., производит захват цели на автосопровождение ССЦ, докладывает: **«Есть автомат».**

Решение на обстрел цели ракетами командир ЗСУ принимает при нахождении ее вне зоны ограничения после доклада третьего номера «Визир, есть цель». Для стрельбы ЗУР командир ЗСУ командует: **«Режим второй, ЗУР».** По этой команде третий номер переходит на сопровождение ОП и докладывает: **«Визир, сопровождаю самолет (вертолет, катер)».**

Если цель летит ниже 15 м, то по команде командира ЗСУ «Отключить НДЦ» третий номер нажимает кнопку-табло НДЦ.

При применении целью оптических помех третий номер ставит тумблер МАРКА — ПОМЕХА в положение ПОМЕХА.

Если цель малоразмерная, то третий номер нажимает кнопку-табло МЛЦ.

Командир ЗСУ за 5 с до подхода цели к зоне пуска командует: **«Внимание, зона»,** а после входа цели в зону пуска — **«Третий, пуск».** Для обстрела цели ракетами залпом момент пуска ракет определяется командой командира подразделения.

Приняв решение на обстрел цели ЗА, командир ЗСУ отжимает кнопку-табло Р и, после того как транспарант СЦЕП погаснет, а загорится кнопка-табло ГОТОВ, нажимает кнопку-табло А. Можно, не отжимая кнопку-табло Р (не отцепляя ракет), нажимать кнопку-табло А, но в этом случае автоматы не опустятся ниже 7 град, что приведет к невозможности обстрела целей с высотой полета менее 400 м на больших дальностях, а на малых дальностях — менее 100 м.

Огонь открывается при входе цели в зону обстрела командиром ЗСУ или по его решению (нажатие кнопки-табло Н) третьим номером, для чего подается команда третьему номеру **«Длинными (короткими, автоматическими), огонь».**

Боевая работа при стрельбе в различных условиях обстановки

Наиболее вероятно, что стрельба будет проходить в условиях РЭБ. При появлении на экранах ССЦ отметок от синхронных или уводящих по дальности помех второй номер докладывает:

«Синхронная (уводящая) помеха» — и переходит к полуавтоматическому или ручному сопровождению цели по дальности, а также нажимает кнопку-табло РУЧН. ВОБУЛ и докладывает: **«Дальность полуавтомат (ручное)»**; к полуавтоматическому сопровождению цели по дальности прибегают, как правило, при скорости цели свыше 300 м/с.

Во время сопровождения в полуавтоматическом режиме штурвалом дальности необходимо корректировать скорость перемещения строба, поддерживая отметку от цели в пределах границ визира точной развертки. Если помеховая обстановка улучшилась, то второй номер переходит в режим автоматического сопровождения цели по дальности и докладывает: **«Есть автомат по дальности».**

При невозможности сопровождения цели ССЦ по дальности второй номер докладывает: **«Нет дальности».** Командир ЗСУ совмещает маркер с целью и командует: **«Дальность СОЦ».** По этой команде второй номер нажимает кнопку-табло Д СОЦ, а командир ЗСУ обеспечивает совмещение маркера с целью в автоматическом или ручном режиме. К ручному режиму прибегают при невозможности работы в автоматическом режиме.

Если невозможно определить дальность до цели, то переходят к стрельбе в третьем или четвертом режиме. К третьему режиму переходят, если цель сопровождалась не менее 1 с. К стрельбе в четвертом режиме переходят в условиях визуальной видимости. При невозможности обстрела цели с РПК переходят к стрельбе с прицелом. К стрельбе в пятом режиме переходят при обстреле малоскоростных воздушных и надводных целей.

При появлении на экранах ССЦ сигналов от активных шумовых помех второй номер при помощи простейших регулировок (яркость, фокус, РРУ) выделяет отметку от цели на фоне помех, а если это не удается, то докладывает: **«Шумовая помеха».** Командир ЗСУ принимает решение на переход в третий, второй или четвертый режим.

К стрельбе во втором режиме переходят в условиях визуальной видимости, при этом дальность берут от СОЦ. Если же невозможно дальность брать и от СОЦ, то в условиях визуальной видимости переходят к стрельбе в четвертом режиме. При невозможности обстрела цели с РПК переходят к стрельбе с прицелом.

При появлении на экранах ССЦ сигналов от пассивных помех второй номер при помощи простейших регулировок выделяет отметку от цели на фоне помех, а если это не удается, то докладывает: **«Пассивная помеха»** — и нажимает кнопку-табло СДЦ. Ручкой КОМПЕНС. ВЕТРА добивается наибольшей контрастности отметки от цели на фоне помехи и докладывает: **«Есть компенсация».** Если помеха не устраняется, то докладывает: **«Помеха не устраняется»,** и командир ЗСУ принимает решение на переход в третий, второй или четвертый режим. При невозможности обстрела цели с РПК переходят к стрельбе с прицелом.

Если при обстреле цели угол места цели уменьшился до 0-50, то второй номер нажимает кнопку-табло РАЗРЕШ. НЛЦ. При применении оптических помех целью после пуска ракет третий номер ставит тумблер МАРКА — ПОМЕХА в положение ПОМЕХА и продолжает сопровождение цели. Если в процессе сопровождения и обстрела цели противником применена ПРР, то второй номер нажимает кнопку-табло ИНЕР., а затем ЭКВ. и докладывает: «ПРР». Командир ЗСУ при возможности движения дает команду четвертому номеру: **«Вперед».** Стрельба по цели продолжается в третьем режиме.

Обстрел цели в движении должен быть обеспечен плавным, равномерным (без рывков) движением ЗСУ, в случаях, когда возможна остановка, огонь ведут с короткой остановки.

Если пуск ракеты не привел к уничтожению цели, а цель находится в зоне пуска ЗУР, командир ЗСУ дает команду на пуск следующей ракеты. Если пуск невозможен, переходят к стрельбе из автоматов.

Если при стрельбе цель подходит к облаку нескомпенсированных помех, то второй номер нажимает кнопку-табло ИНЕР. Стрельба продолжается в третьем режиме. После прохождения целью облака нескомпенсированных помех второй номер переходит на автоматическое сопровождение цели.

Переход от одного вида огня к другому в процессе стрельбы осуществляют командиры ЗСУ, руководствуясь ранее полученными указаниями по ведению огня. При обстреле целей ракетами командир ЗСУ контролирует процесс стыковки качающейся части и направляющих с ракетами. При стыковке мигает транспарант СЦЕП и гаснет кнопка-табло ГОТОВ., а по ее окончании гаснет транспарант СЦЕП и загорается кнопка-табло ГОТОВ.

Результаты ведения огня командир ЗСУ оценивает по докладам членов экипажа и личным наблюдением по экранам индикаторов РЛС и цифровым индикаторам ПУИ.

Для ввода корректурных поправок по дальности при стрельбе с прицелом командир ЗСУ командует: **«Дальность больше (меньше) 00»,** а ввод корректурных поправок по боковому направлению осуществляется по команде **«Вправо (влево) 0-00»** или **«Вправо (влево) полфигуры».** Если корректура по боковому направлению вводится при стрельбе по целям больших размеров, то командир ЗСУ указывает новую точку наводки: **«Наводить в левый (правый) край цели».**

Для прекращения огня командир подразделения командует: **«Всем (такой-то), прекратить огонь».** По этой команде командир ЗСУ прекращает ведение огня или дает команду третьему номеру на прекращение огня: **«Стой, не стрелять»** — и отжимает кнопку-табло Н.

После прекращения огня командиры ЗСУ поочередно докладывают командиру подразделения: **«Такая-то, цель уничтожена (не уничтожена), расход 0 ракет, 000 боеприпасов».**

Перенос огня на другую цель производится по команде командира подразделения **«Такие-то (такая-то) стой, прекратить огонь, азимут 00-00, дальность 00, поиск».**

В случае неисправности гидроприводов стрельба по неподвижным целям может продолжаться автоматами в пятом режиме с ручным наведением и только короткими очередями.

Если в процессе стрельбы истек срок годности введенных в ПУИ метеоданных, то командир подразделения командует: **«Всем, режим метеоавтономный».** По этой команде в режиме МС командиры ЗСУ вводят нулевое значение скорости ветра для высоты 2 гм, а тумблер МС — МА ставят в положение МА и докладывают: **«Такая-то, есть режим метеоавтономный».**

Когда дальнейшее нахождение ракеты на направляющих угрожает экипажу (пожар, прострел контейнера), производится аварийный пуск ракеты в безопасном направлении при угле возвышения не менее 20 град. Об аварийном пуске и его причинах командир ЗСУ докладывает командиру подразделения: **«Такая-то, аварийный пуск, прострел контейнера».**

Если стрельба прекратилась, а на ПК светится один из транспарантов ЛЮК В, ЛЮК Р, ЛЮК К, ЛЮК Н, СТ, ЗАПР ВН, ЗАПР ГН, СЕКТ, то командир ЗСУ командует четвертому номеру: **«Стрельба без блокировок»** — и для дальнейшего ведения огня нажимает кнопку-табло ГОТОВ.

Задержка стрельбы из автоматов из-за невоспламенения патрона (не горит кнопка-табло А ПРАВ (А ЛЕВ)) устраняется командиром ЗСУ производством перезарядки соответствующего автомата при помощи пиропатронов. Загорание кнопки-табло А ПРАВ (А ЛЕВ) свидетельствует о готовности соответствующего автомата к стрельбе.

При несходе ракеты командир ЗСУ подает команду: **«Отключить такую-то ракету».** По этой команде третий номер на ПП нажимает кнопку-табло, соответствующую указанной ракете, нажимает кнопку СБРОС на ПН и докладывает: **«Ракета отключена».** В этом случае командир ЗСУ принимает решение на выбор вида вооружения для дальнейшего обстрела цели и проводит его в жизнь.

Если не произошла сцепка качающейся части с направляющей (не гаснет транспарант СЦЕП), командир ЗСУ дает команду третьему номеру на выключение соответствующей ракеты (ракет) из дальнейшей работы и в зависимости от времени до входа цели в зону выбирает вид вооружения. Если время до входа цели в зону более 10 с, производится повторная сцепка и обстрел цели ракетами, если менее 10 с — ЗА.

Если не произошла расцепка качающейся части с направляющей, необходимо выключить гидроприводы, а затем через 4—5 с (в боевой обстановке) снова включить гидроприводы. В результате этой операции должен произойти расцеп, о чем свидетельствует погасание транспаранта СЦЕП. Этот способ устранения задержки может привести к поломкам механизма сцепки, поэтому

его применяют только в боевой обстановке в случае необходимости обстрела НЛЦ ЗА. Если позволяют условия обстановки, то качающуюся часть после выключения гидроприводов устанавливают на угол 0—33 и вручную производят расцепку.

Для перехода установок в походное положение подается команда **«Отбой».** При необходимости разрядить автоматы командир ЗСУ командует: **«Разрядить автоматы».** Эти команды выполняются в соответствии с приложениями Правил стрельбы и боевой работы.

При необходимости снять с направляющих контейнеры с ракетами и выгрузить боеприпасы командир взвода командует: **«Такая-то, разрядить установку, выгрузить боеприпасы».**

После несхода (повреждения) ракета снимается с ЗСУ не ранее чем через 30 мин.

Для зачехления установки командир ЗСУ командует: **«Зачехлить установку».** Экипаж выполняет эту команду в порядке, обратном расчехлению установки.

8.5. УПРАВЛЕНИЕ ОГНЕМ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

Общие положения по управлению огнем

Управление огнем, являясь составной и наиболее важной частью управления боевыми действиями батареи, имеет целью обеспечить наиболее полное использование ее огневых возможностей при отражении ударов противника путем постоянного руководства действиями батареи и осуществления взаимодействия с истребительной авиацией и другими средствами ПВО.

Сущность управления огнем заключается в непрерывном, целенаправленном и информативном воздействии органов управления на управляемые объекты.

Управление огнем включает в себя:

перевод подразделения в готовность к ведению огня;

сбор и обработку информации о воздушной, наземной (надводной) обстановке в зоне боевых действий подразделения;

уяснение огневой задачи;

оценку обстановки и огневых возможностей своего подразделения;

осуществление взаимодействия с истребительной авиацией и другими средствами ПВО;

принятие решения на ведение огня;

постановку огневых задач подчиненным и контроль за их выполнением;

регулирование расхода ракет и боеприпасов в ходе боя;

оценку результатов ведения огня, их учет и доклад старшему начальнику;

принятие мер по поддержанию боевой готовности подразделения.

Командир батареи управляет огнем с БКП, а командир взвода — с установки.

Командир установки управляет ее огнем по внутренней связи. Управление огнем должно быть устойчивым, непрерывным и оперативным.

Организация управления огнем батареи включает:

поддержание высокой боевой готовности подразделений;

подготовку к работе БКП;

организацию связи;

изучение указаний старшего начальника по ведению огня и взаимодействию, доведение их до подчиненных;

топографическое обеспечение управления огнем.

Высокая боевая готовность достигается:

своевременным укомплектованием личным составом, вооружением, боевой и другой техникой;

содержанием вооружения и боевой техники в постоянной готовности к боевому применению;

накоплением необходимых запасов ракет, боеприпасов и материальных средств;

систематическим уточнением обстановки и боевой задачи;

обученностью и натренированностью личного состава.

В зависимости от выполняемой боевой задачи и обстановки батарея в боевом положении может находиться в одной из трех степеней готовности к открытию огня.

Готовность № 1. Это наивысшая степень готовности батареи к открытию огня. При этой степени готовности на БКП и огневых позициях взводов весь личный состав находится на своих рабочих местах. Пункт управления включен, проверен на функционирование и готов к приему целеуказания, оповещения и постановке огневых задач взводам. С командиром дивизиона поддерживается непрерывная связь. Управление установками и другими средствами организовано. Командир отделения управления, радиотелефонист и водитель наблюдают за воздушной и наземной (надводной) обстановкой.

Установки включены, проверены на функционирование и сориентированы. СОЦ производят поиск целей. Антенны ССЦ и ОП установлены в направлении вероятного появления целей, и в зависимости от обстановки ССЦ работают на эквивалент или производят поиск цели. Наводчики наблюдают за противником через ОП. Четвертый номер ведет наблюдение за наземным (надводным) противником и действиями своих войск.

Ударные механизмы автоматов сняты с предохранителей. Произведено полное заряжание автоматов. Ракеты находятся на направляющих, а одна направляющая подсоединена к качающейся части. ТЗМ расчехлены, двигатели прогреты, связь с командиром взвода поддерживается.

Готовность № 2. В этой степени готовности на огневой позиции на своих рабочих местах находится дежурная боевая смена в составе одного или нескольких экипажей установок с расчетами своих ТЗМ и сокращенного расчета БКП. Остальной лич-

ный состав находится в районе огневой позиции. Дежурная боевая смена возглавляется командиром батареи, его заместителем или одним из командиров взводов. Экипажи установок дежурной боевой смены ведут разведку воздушного противника при помощи СОЦ по графику. ССЦ, гидроприводы проверены на функционирование и подготовлены к включению. Произведено полное заряжание автоматов, но ударные механизмы поставлены на предохранители. Ракеты на направляющих, но к качающейся части не подсоединены. Остальные установки на огневой позиции находятся в готовности № 3.

Расчеты ТЗМ дежурной боевой смены находятся в машинах и поддерживают связь со своими установками. ТЗМ зачехлены.

Пункт управления включен, проверен на функционирование и готов к приему целеуказания, оповещения, команд и сигналов. Управление установками и другими средствами организовано. С командиром дивизиона поддерживается непрерывная связь.

Готовность № 3. В этой степени готовности на огневой позиции находится на своих рабочих местах дежурная смена, способная обеспечить путем подачи команд (сигналов) оповещение и сбор личного состава, а также включение установок. В состав дежурной смены входят сокращенные экипажи установок и сокращенный расчет БКП.

Установки расчехлены, проверены на функционирование, сориентированы и подготовлены к включению. Антенны СОЦ подняты, двигатели ЗСУ прогреты. Произведено полное заряжание автоматов, но ударные механизмы поставлены на предохранители. Ракеты на направляющих, но к качающейся части не подсоединены.

Транспортно-заряжающие машины зачехлены, обесточены, но двигатели прогреты.

Пункт управления включен, проверен на функционирование и готов к приему целеуказаний, оповещения, команд и сигналов. Управление установками и другими средствами организовано. С командиром дивизиона поддерживается непрерывная связь.

Количество установок, средств управления и связи, находящихся в соответствующих степенях готовности, состав дежурной боевой (дежурной) смены, сроки и порядок приведения их в различные степени готовности к открытию огня устанавливаются командиром батареи в соответствии с указаниями командира дивизиона. Снижение установленной степени готовности, уменьшение количества установок и состава дежурной боевой смены производятся только с разрешения старшего начальника.

Для систематического уточнения обстановки и боевой задачи командир батареи (взвода) организует разведку, задачами которой являются:

своевременное обнаружение, определение координат, состава и характеристик воздушных целей, непрерывное наблюдение за их действиями;

опознавание своих самолетов (вертолетов) и наблюдение за их полетом;

обеспечение целеуказания установкам;

наблюдение за положением и действиями наземного (надводного) противника и своих войск;

наблюдение за результатами стрельбы установок.

Разведка ведется обычно в назначенном секторе в соответствии с указаниями командира батареи на БКП и установках. На установках разведку ведет экипаж при помощи СОЦ, ССЦ и оптических приборов.

На БКП наблюдение ведется, как правило, невооруженным глазом назначенными для наблюдения лицами расчета. В обороне или при прикрытии объекта с места может выставляться пост воздушного наблюдения.

На БКП организуется прием целеуказаний от ППРУ (пункта управления старшего начальника) и оповещения от ближайшего радиолокационного поста и соседей. Прием информации о воздушной обстановке осуществляется по радио или проводным средствам связи.

Подготовка к работе БКП, на котором размещается и работает с отделением управления командир батареи, включает в себя:

развертывание и подготовку к боевой работе пункта управления согласно Руководству по боевой работе на комплексах автоматизированного управления;

назначение личного состава в полный и сокращенный боевые расчеты и дежурные смены, их подготовку, инструктаж и проверку готовности;

доведение сигналов атомной и химической опасности, сбора полного боевого расчета, нападения наземного противника;

подготовку средств сигнализации и отработку действий личного состава по сигналам;

подготовку к работе аппаратуры объективного контроля действий боевого расчета и боевых документов;

инженерное оборудование БКП;

сверку времени;

организацию наблюдения, охраны и обороны.

Размещение и оборудование БКП должно обеспечивать:

устойчивую связь со старшим начальником и подчиненными;

надежное и своевременное получение целеуказания и оповещения;

наглядную и непрерывную прокладку курсов целей, по которым батарее может быть поставлена огневая задача;

круговой обзор воздушного пространства при углах закрытия, не превышающих 0-10, а в ответственном секторе — 0-05;

отсутствие на удалении 600—800 м источников радиопомех, высоких зданий, мачт и т. п.;

защиту от оружия массового поражения и других средств;

скрытное расположение и маскировку;
надежность охраны и обороны;
удобство боевой работы и отдыха личного состава.

Связь в батарее организуется на основании указаний командира дивизиона. Она должна обеспечивать:

получение распоряжений, команд, целеуказаний от старшего начальника, а также передачу ему донесений;

передачу распоряжений, команд и целеуказаний подчиненным, а также прием от них донесений;

прием данных о воздушной обстановке, предупреждений о полетах своей авиации, сигналов оповещения о наземном (надводном) противнике, радиационном, химическом и биологическом (бактериологическом) заражении.

Для обеспечения управления в батарее применяются радио, проводные и сигнальные средства связи. Основным средством связи является радио. Радиосвязь от ППРУ к БКП организуется путем включения радиостанций в радиосети командную, донесений и целеуказания. В батарее организуется радиосеть управления командира батареи в составе радиостанций БКП, установок, ТЗМ, технических средств.

Во всех случаях открытой передачи номера и наименования частей (подразделений), звания и фамилии должностных лиц передаются позывными, а координаты пунктов местности кодируются.

За организацию и работу связи в батарее отвечает командир батареи. Он руководит работой командира отделения управления и при постановке ему задачи указывает радиоданные, позывные и порядок пользования документами кодированной связи. На основании этих указаний командир отделения управления обязан:

поставить задачу личному составу отделения на установление радио (проводной) связи в батарее;

вручить радиотелефонисту позывные станций и должностных лиц, радиоданные;

проверить готовность средств связи и принять меры, обеспечивающие их бесперебойную работу;

установить очередность дежурства личного состава отделения и довести до него сигналы оповещения, опознавания, управления, а также порядок действия по ним.

При изучении указаний старшего начальника по ведению огня и взаимодействию необходимо уяснить и довести до подчиненных:

порядок получения целеуказания и оповещения о воздушном противнике;

установленный порядок выбора целей для обстрела вне ответственных секторов;

указания по обеспечению безопасности пролета своей авиации;

преимущества и ограничения по выбору целей для обстрела в зависимости от высоты и курсов целей;

порядок ведения огня дежурными установками;

указания по ограничению расхода ракет и боеприпасов.

Кроме того, командир батареи обязан:

назначить взводам ответственные секторы;

указать, в каких случаях командир взвода (установки) имеет право вести огонь самостоятельно;

указать порядок обстрела групповых целей и какие цели обстреливать в первую очередь;

довести сигналы управления и оповещения.

Во всех случаях при организации управления огнем командир батареи (взвода) организует взаимодействие с прикрываемыми подразделениями и соседними средствами ПВО. При этом он уточняет их боевые порядки, порядок обмена информацией об изменениях воздушной, наземной (надводной) обстановки, порядок открытия и ведения огня; согласует боевые действия по задачам, направлениям, рубежам и времени; уточняет сигналы оповещения, управления и взаимодействия.

Топографическая подготовка управления огнем является частью топогеодезического обеспечения боевых действий батареи и обеспечивает возможность преобразования координат целей, измеренных на ППРУ (РЛС старшего начальника), в координаты тех же целей относительно позиции БКП и установок.

К ней относятся следующие мероприятия:

определение координат ППРУ (РЛС старшего начальника) и БКП для их основных и запасных позиций;

определение координат реперных точек;

определение и учет параллакса для АСПЦ и планшета БКП;

определение удаления установок от БКП и нанесение на защитное стекло индикатора БКП и на планшет огневых позиций взводов, границ зон обнаружения и огня с учетом углов закрытия;

определение координат ЗСУ;

ввод в ЦВС установок координат действующей реперной точки, а в навигационную аппаратуру — координат точки стояния установки (при реализации режима ЦУ-В).

Координаты точек стояния пункта, дающего целеуказания, БКП и установок определяются с помощью карты или аппаратуры топопривязки. Определение координат реперных точек осуществляется по карте (аэроснимку) или данным старшего начальника.

Если режим ЦУ-В не реализован, то удаление установок от БКП не учитывается, а ошибка целеуказания компенсируется за счет поисковых возможностей ЗСУ.

Управление огнем

Управление огнем начинается с момента объявления готовности № 1 старшим начальником или получения подразделением первых сведений о противнике и заканчивается переходом подразделения в более низкие степени готовности.

Перевод батареи (взвода, ЗСУ) в готовность № 1 производится по команде старшего начальника или самостоятельным решением командира подразделения при получении информации о на-

чале действий средств воздушного нападения или наземного (надводного) противника в полосе действий прикрываемых войск.

Сбор и обработка информации о воздушном, наземном (надводном) противнике производятся непрерывно. Эта информация поступает от старшего начальника, соседей и подчиненных. При этом командир батареи, являясь решающим звеном в системе управления огнем батареи, должен, удерживая в памяти множество предшествующих событий, выделить сущность обстановки в данный момент, предвидеть ее возможное развитие в будущем и уточнять свой прогноз по мере поступления новой информации.

Уяснение огневой задачи на обстрел конкретной цели, поставленной целеуказанием, для командира батареи состоит: в отыскании указанной цели на экране индикатора или на планшете; в определении ее типа и параметров движения, а также подлетного времени до рубежа постановки огневых задач подчиненным. Для командира взвода (ЗСУ) в этом случае оно состоит: в отыскании указанной цели на экране индикатора СОЦ (ССЦ) или в поле зрения ОП; в опознавании, а также определении ее типа и параметров движения.

Уяснение огневой задачи, поставленной назначением ответственного сектора или при самостоятельных действиях, состоит в определении пространства, в пределах которого должны уничтожаться цели в первую очередь, а также наличия в данном пространстве целей, их типов и параметров движения.

Оценка воздушной обстановки производится непрерывно. С этой целью используют все источники информации: оповещение от РЛС старшего начальника, соседей, данные своих РЛС и поста воздушного наблюдения. В результате оценки воздушной обстановки определяются: количество целей, которые могут войти в зону огня подразделения, их состав, параметры движения и важность; возможности противника по оптикоэлектронному и огневому противодействию, а также наличие и действия своей авиации.

Оценив воздушную обстановку, командир подразделения выбирает цели для уничтожения, определяет потребное количество установок для решения этих задач.

Оценивая свои огневые возможности, командир подразделения определяет:

количество готовых к стрельбе установок;

обеспеченность ракетами и боеприпасами;

какие ЗСУ могут быть использованы для обстрела выбранных целей;

какое количество целей можно обстрелять, исходя из готовых к стрельбе установок, наличия ракет и боеприпасов, среднего расхода ракет и боеприпасов на стрельбу по одной цели;

возможности пополнения ракетами и боеприпасами в ходе боевых действий;

меры по экономному расходованию ракет и боеприпасов, а также по сохранению их неснижаемого запаса.

Информацию о боевых действиях средств ПВО и своей авиации командир подразделения получает от старшего начальника. По этой информации устанавливается:

какие цели атакуются своими истребителями и по каким из них ведение огня запрещено;

какие цели назначены для уничтожения соседним подразделениям.

Эти цели исключаются или их относят к менее важным. С целью осуществления взаимодействия со своей авиацией командир подразделения уточняет сведения в ходе боевых действий и в случае изменения ранее полученных данных по взаимодействию доводит их до подчиненных.

На основании имеющихся данных **командир подразделения принимает решение на ведение огня,** которое включает:

выбор целей для обстрела;

определение количества установок для уничтожения каждой из выбранных целей;

распределение целей между взводами (установками).

При необходимости решение может включать также:

указания по расходу ракет и боеприпасов;

меры по преодолению противодействия противника стрельбе и управлению огнем.

При обнаружении цели и отсутствии целеуказания от старшего начальника командир подразделения принимает решение на уничтожение цели самостоятельно с докладом об этом старшему начальнику.

Если возникает необходимость одновременного обстрела двух и более целей, то производится целераспределение.

Целераспределение — это операция, состоящая в распределении целей между взводами (установками) для наиболее эффективного выполнения задач стрельбы.

Целераспределение в батарее может быть:

централизованным;

децентрализованным;

смешанным;

параллельным.

При централизованном целераспределении каждой установке командиром подразделения назначается для обстрела конкретная цель. При этом командир батареи в одном случае распределяет цели, назначенные командиром дивизиона, между взводами (командиры взводов — между установками), а в другом случае — между установками. Это целераспределение бывает первого и второго вида. ЦЦР-1 характеризуется тем, что для обстрела одной цели назначается только одна установка и если число целей меньше числа установок, то остальные огня не ведут (резервируются). ЦЦР-2 характеризуется тем, что в отражении ударов противника участвуют все установки независимо от числа

целей. При этом если целей меньше, чем установок, то по некоторым или по всем целям ведут огонь несколько установок. Если же количество целей равно или превышает количество установок, то каждой из них назначается конкретная цель и ЦЦР-2 совпадает в данном случае с ЦЦР-1.

Децентрализованным называют такое целераспределение, при котором каждая установка выбирает цель для обстрела самостоятельно, причем командиры ЗСУ не связаны никакими указаниями о порядке выбора цели и могут выбрать с равной вероятностью любую цель из числа участвующих в нанесении удара. Этот вид целераспределения на практике будет встречаться очень редко, так как в любой практически возможной обстановке командиры ЗСУ всегда имеют указания старшего начальника о порядке ведения огня. Это вносит в ДЦР элементы организованности.

Смешанным называется любое целераспределение, при котором право выбора целей определяется двумя и более ступенями управления. Этот вид целераспределения наиболее распространенный и имеет много разновидностей. Например, он возникает в случае, когда одна часть установок охвачена ЦЦР, а другая часть — ДЦР. СЦР имеет место также при назначении нескольким установкам ответственных секторов, в пределах которых каждый командир ЗСУ выбирает цель для обстрела самостоятельно.

Параллельным целераспределение называют в том случае, если несколько групп огневых единиц, управляемых централизованно каждая со своих КП, получают целеуказания по одним и тем же целям. ПЦР в батарее может возникнуть в случае выхода из строя БКП и перехода функций целераспределения к командирам взводов.

Приняв решение на ведение огня, командир подразделения доводит его до подчиненных путем постановки огневых задач. **Огневая задача взводам (установкам)** ставится с учетом необходимости обстрела целей на дальней границе зоны огня.

Дальности постановки огневых задач на обстрел целей различным вооружением в условиях помех средней интенсивности приведены в табл. 8.5.

Таблица 8.5

Вид вооружения	Дальность постановки огневых задач, км, при заданной скорости цели, м/с			
	200	300	400	500
ЗА	11,5	16	20,5	25
ЗУР	18	23,5	29	34

Постановка огневых задач осуществляется по радио выдачей целеуказания по конкретной цели или назначением ответственного сектора. Целеуказание является основным способом постановки огневой задачи. Оно является реализацией централизованного

целераспределения. Целеуказанием огневая задача ставится, как правило, на одну стрельбу, после которой возможно указание целей, на которые огонь переносится.

Получив огневую задачу, командир подразделения (ЗСУ) организует поиск, обнаружение и опознавание воздушной (надводной) цели.

Если огневая задача поставлена назначением ответственного сектора, то после обнаружения и опознавания цели командир ЗСУ докладывает командиру подразделения и в случае получения задачи на ее уничтожение организует захват на сопровождение в указанном или выбранном режиме боевой работы.

Если огневая задача поставлена целеуказанием по конкретной цели, то командир ЗСУ после обнаружения цели организует захват и сопровождение цели в указанном или выбранном режиме боевой работы.

После взятия цели на сопровождение командир ЗСУ докладывает командиру батареи (взвода), а после получения команды на открытие огня организует ведение огня из указанного или выбранного вида вооружения и контролирует результаты выполнения огневой задачи. Результаты ведения огня командир ЗСУ докладывает командиру взвода (батареи).

Контроль за выполнением огневых задач командир батареи (взвода) осуществляет личным наблюдением за результатами стрельбы и по докладам подчиненных. Командир батареи ведет учет результатов стрельбы в журнале боевых действий и докладывает о них командиру дивизиона.

Расход ракет и боеприпасов регулируется:

равномерным распределением ракет и боеприпасов между взводами (установками);

ограничением расхода ракет и боеприпасов по целям;

учетом расхода ракет и боеприпасов.

Восстановление боеспособности установок, пополнение запасов ракет и боеприпасов осуществляются в перерывах между налетами (ударами) противника.

При выходе из строя БКП управление передается одному из командиров взводов. Возглавивший батарею командир берет на себя управление, докладывает об этом старшему начальнику и сообщает подчиненным.

Низшим звеном управления огнем батареи является **командир ЗСУ**, который **обязан:**

поддерживать установку в готовности к открытию огня;

организовывать обзор пространства в ответственном секторе и при обнаружении цели докладывать командиру батареи (взвода) ее координаты и характеристики;

быстро и точно выполнять команды и распоряжения старшего начальника по управлению огнем, настойчиво добиваться выполнения поставленной огневой задачи;

в случаях, не предусмотренных в указаниях по ведению огня, принимать самостоятельные решения на обстрел целей;

руководить работой экипажа при проведении НПС;

докладывать старшему начальнику о боевой готовности, принятых решениях и результатах каждой стрельбы.

8.6. УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Состав и назначение учебно-тренировочных средств

Перечень УТС, используемых при обучении экипажей ЗСУ, и их назначение приведены в табл. 8.6.

Таблица 8.6

Наименование и условное обозначение УТС	Назначение УТС
Учебная ракета 9М311 с действующей бортовой аппаратурой в контейнере (индекс 9М311 УД). Окрашена эмалью желтого цвета	Для обучения и тренировки наводчиков
Габаритно-массовый макет ракеты 9М311 в контейнере (индекс 9М311 ГВМ). Окрашен эмалью серебристого цвета	Для отработки навыков в обращении с ракетами при заряжании и разряжании установки
Учебно-разрезная ракета 9М311 (индекс 9М311 УР). Окрашена эмалью защитного цвета	Для изучения устройства боевой ракеты 9М311
Тренировочное устройство 1РЛ912	Для обучения и тренировки командира и оператора с использованием ЗСУ
Тренажер 9Ф810	Для обучения и тренировки наводчиков без использования ЗСУ
Комплект электрифицированных стендов комплекса 2К22	Для обеспечения классных занятий по изучению устройства и принципа действия ЗПРК 2К22

Использование УТС в сочетании с работой по реальным воздушным целям в процессе подготовки экипажей дает возможность привить обучаемым твердые навыки боевой работы в сложных условиях, существенно сократить сроки и повысить качество обучения, поддерживать достигнутый уровень подготовки и добиваться значительной экономии материальных средств, затрачиваемых на обучение.

Тренировочное устройство 1РЛ912

Тренировочное устройство позволяет проводить в условиях воздействия активных шумовых и пассивных помех обучение и тренировки: командира ЗСУ — по обнаружению целей в амплитудном режиме работы СОЦ, их опознаванию и выдаче целеуказания на ССЦ в ручном режиме; оператора — по поиску, обнаружению, сопровождению цели в ручном режиме по углу места и дальности.

Конструктивно ТРУ выполнено в виде двух шкафов (имитатор, пульт управления) и соединительных кабелей (рис. 8.12). Хранится и транспортируется ТРУ в МРТО 1Р10, а для обучения и тренировок закрепляется на башне слева от рубки.

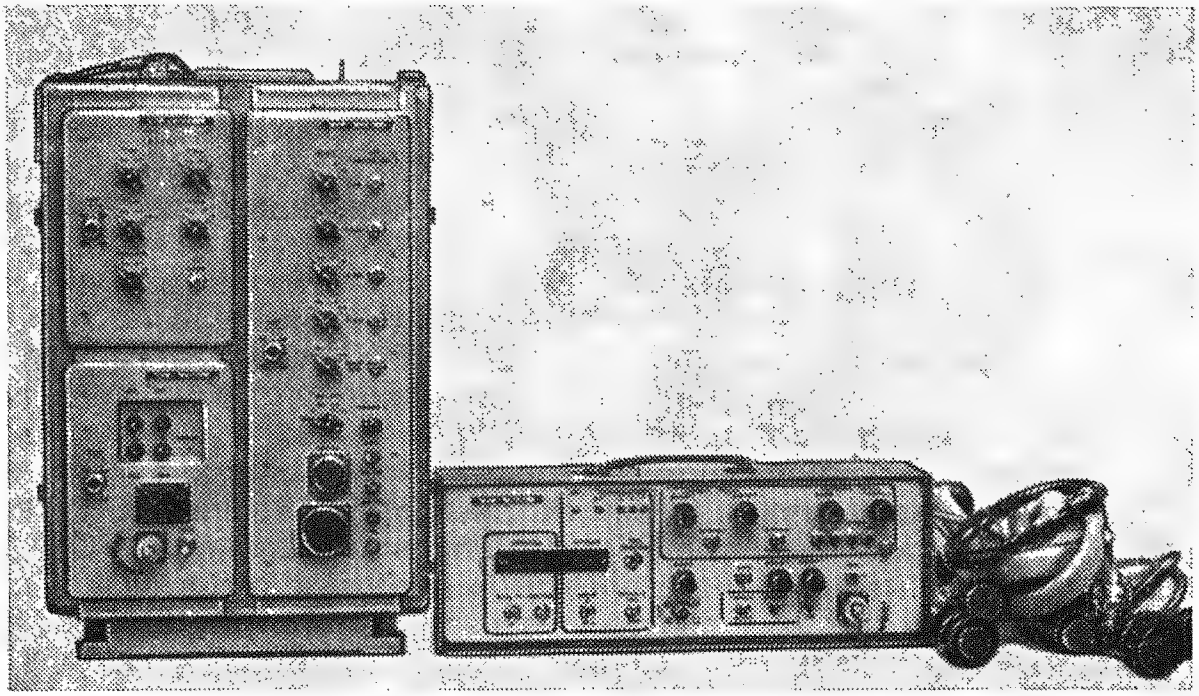


Рис. 8.12. Внешний вид ТРУ 1РЛ912

Тренировочное устройство имитирует на видеочастоте отметки от пяти независимых воздушных целей, начальные параметры которых приведены в табл. 8.7.

Таблица 8.7

Номер цели	$Д_0$, км	P_0, м	H_0, м
1	16	1000	500
2	12,74	3500	2000
3	14,4	600	800
4	17,6	1800	250
5	6,4	1200	50

Отключение эхо-сигнала от одной из четырех целей (1—4) с выхода ТРУ осуществляется с помощью переключателя ВЫКЛ. — ЦЕЛЬ на ИЦ-2. В положении ВКЛ. этого переключателя все четыре цели (1—4) будут наблюдаться на ИКО.

Появление пятой (внезапно появляющейся) цели коммутируется тумблером ВНЕЗАПНАЯ, расположенным на пульте управления. Характер движения этой цели выбирается с помощью переключателя СКОРОСТН. — ВЕРТОЛЕТ. В положении этого переключателя СКОРОСТН. имитируется цель, движущаяся прямо-

линейно, а в положении ВЕРТОЛЕТ имитируется цель, маневрирующая по высоте.

Вторая и третья цели могут изменять траектории своего движения и маневрировать по азимуту и углу места при включении тумблера МАНЕВР на ИЦ-1.

Имитируемые цели приводятся в движение или останавливаются с помощью переключателя ПУСК — СТОП на пульте управления.

Необходимые уровни сигналов от целей на индикаторах РЛС устанавливаются с помощью потенциометров УСИЛЕНИЕ 1 (для СОЦ) и УСИЛЕНИЕ 2 (для ССЦ), расположенных на пульте управления.

Предусмотрена возможность флюктуации отметок от целей при включении тумблера ФЛЮКТ на пульте управления.

При установке переключателя ГОС ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ в верхнее положение в результате опознавания на ИКО наблюдается признак «Я свой».

Скорость и направление перемещения каждой из пяти имитируемых целей могут изменяться дискретно в зависимости от положения переключателей СКОРОСТЬ на ИЦ-1 и КУРС на ИЦ-2. Численные значения скоростей и курсовых углов целей, соответствующие каждому положению переключателей СКОРОСТЬ и КУРС, приведены в табл. 8.8.

Таблица 8.8

Номер цели	Скорость цели, м/с, при установке переключателя в положение				Курс цели, град, при установке переключателя в положение			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	400	300	200	100	22	45	67	180
2	400	300	200	100	315	292	255	202
3	400	300	200	100	11	45	90	115
4	400	300	200	100	315	303	225	213
5	400	200	100	—	22	45	112	157

Плавное изменение скорости целей может осуществляться при помощи потенциометра СКОРОСТЬ, расположенного на пульте управления.

Тренировочное устройство имитирует активные шумовые и пассивные помехи для СОЦ и ССЦ. Предусмотрена возможность изменения интенсивности этих помех при помощи потенциометров ШУМОВАЯ ПОМЕХА, УСИЛЕНИЕ 1 и УСИЛЕНИЕ 2, ПАССИВНАЯ ПОМЕХА, УСИЛЕНИЕ 1 и УСИЛЕНИЕ 2, которые расположены на пульте управления. Сектор, пораженный шумовой помехой, устанавливается с помощью кнопки ШУМОВАЯ ПОМЕХА УСТАНОВКА β. Координаты и длительность пассивной помехи могут изменяться с помощью кнопок УСТАНОВКА β, $Д$, τ, τ_{min}. Азимут шумовой помехи (азимут и дальность пассивной помехи) можно увеличивать или уменьшать при помощи переключателя УВЕЛИЧ β, $Д$ — УМЕНЬШ β, $Д$.

Тренировочное устройство реагирует на сигналы РЛС: КАРУ; КОМП. ВЕТРА; ЗАПРОС.

С помощью световых индикаторов, расположенных на пульте управления, осуществляется контроль целеуказания и сопровождения цели по соответствующим координатам:

ЦУ и СОПРОВОЖДЕНИЕ β — загораются при выдаче целеуказания на СОЦ;

СОПРОВОЖДЕНИЕ ε — загорается при совмещении отметки от цели с визирной линией на индикаторе *Д*, ε, β;

СОПРОВОЖДЕНИЕ *Д* — загорается при нахождении отметки от цели в стробе грубой или точной развертки дальности (в зависимости от положения переключателя СОПРОВ. *Д* ГРУБО — ТОЧНО);

СОПРОВОЖДЕНИЕ *Д*, ε, β — загорается при сопровождении цели по этим координатам одновременно.

С помощью встроенного секундомера фиксируется время обработки выбранной цели. Секундомер запускается кнопкой ПУСК СЕКУНДОМ, а останавливается автоматически после выдачи целеуказания на ССЦ или при взятии цели на автосопровождение (в зависимости от положения переключателя ВРЕМЯ ЦУ — АВТ. *Д*).

Все цифровые устройства ТРУ устанавливаются в исходное состояние при помощи кнопки СБРОС на пульте управления.

Тренировочное устройство имеет режим «Контроль», который используется при проверке его работоспособности, техническом обслуживании и поиске неисправностей. С помощью переключателя ФАЗА ТИ можно инвертировать фазу тактовых импульсов, синхронизирующих работу системы поиска неисправностей ТРУ. При помощи встроенного индикатора СИГНАТУРА можно проверять коды в контрольных точках ТРУ.

Время непрерывной работы ТРУ — 8 ч с последующим одночасовым перерывом.

Подготовка ТРУ к работе

При подготовке ТРУ к работе его необходимо развернуть, включить и проверить на функционирование. Развертывание производится в последовательности:

извлечь ТРУ из 1Р10, установить на ЗСУ, закрепить и заземлить;

снять крышки, закрывающие передние панели пульта управления и имитатора;

подключить ТРУ к ЗСУ в соответствии со схемой на рис. 8.13;

установить органы управления в исходное положение, как показано на рис. 8.14.

Перед включением ТРУ необходимо включить ЗСУ без включения передатчиков РЛС, СОЦ должна быть переведена в амплитудный режим. В ЦВС вводится ноль качек.

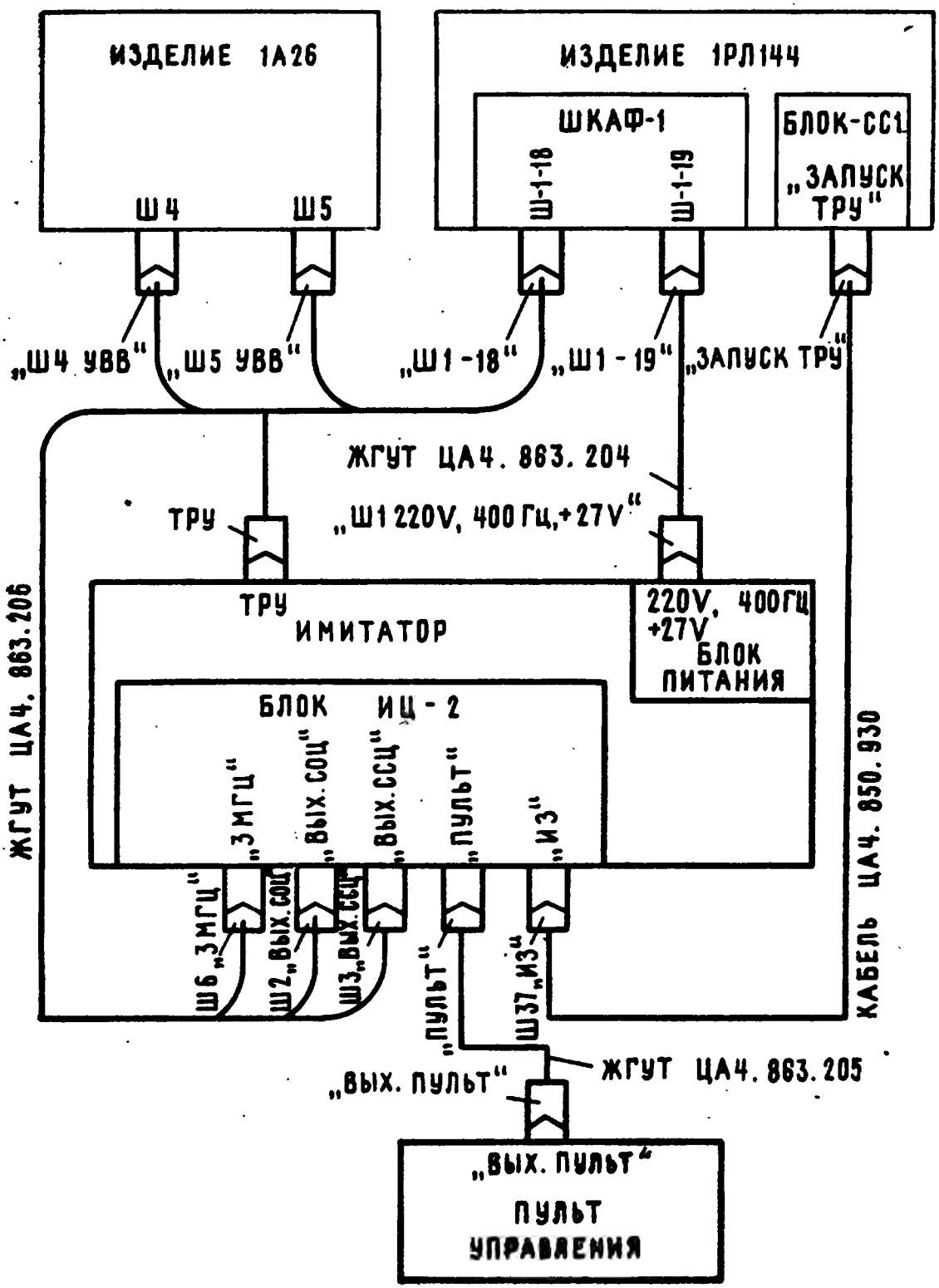


Рис. 8.13. Схема подключения ТРУ 1РЛ912 к ЗСУ

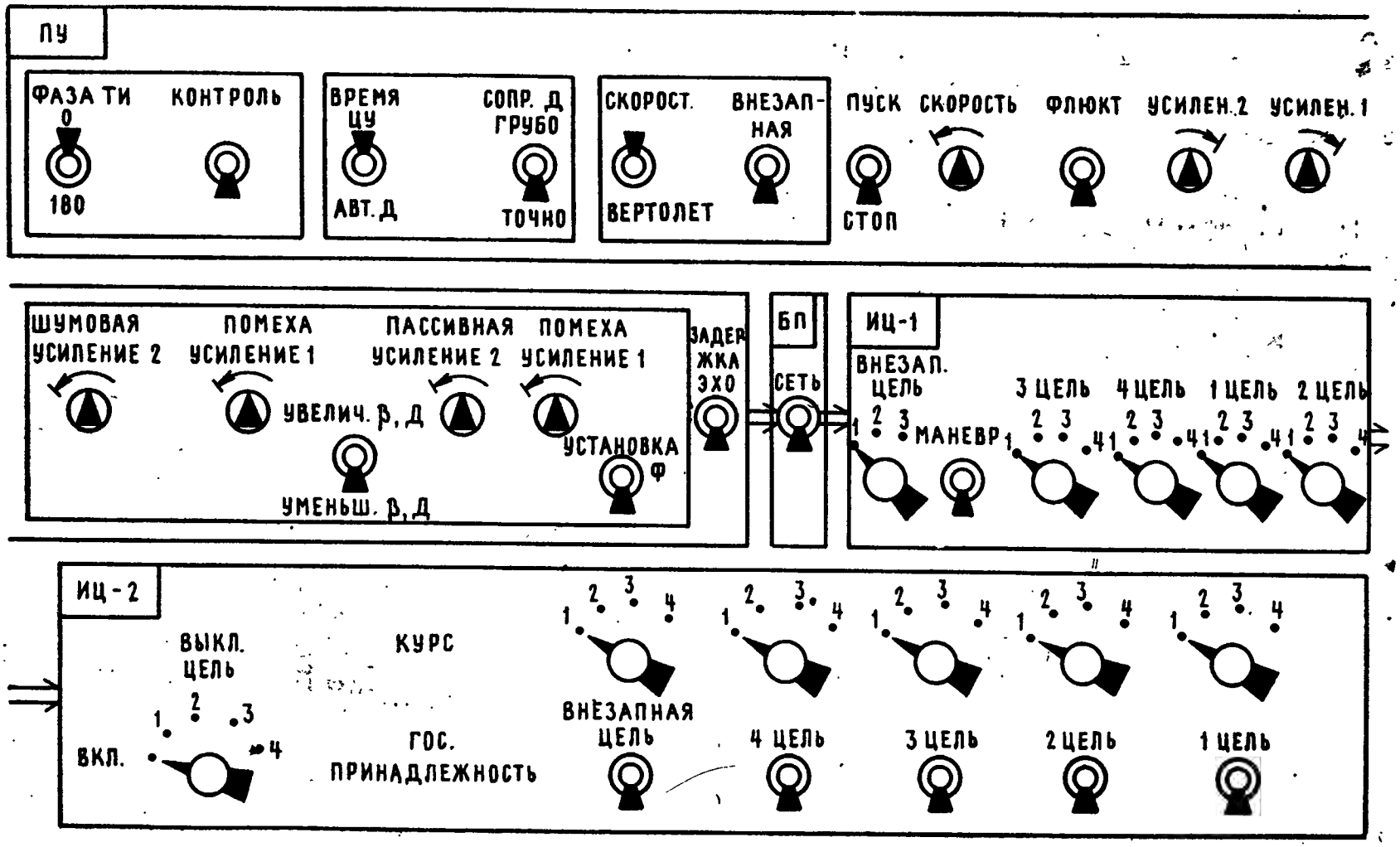


Рис. 8.14. Исходное положение органов управления ТРУ 1РЛ912

Для включения ТРУ необходимо выключатель СЕТЬ блока питания установить в положение СЕТЬ.

Проверка правильности функционирования проводится в последовательности, указанной на операционно-логической схеме рис. 8.15—8.17.

Подготовка командиров ЗСУ и операторов с использованием ТРУ

Первоочередной задачей одиночной подготовки командиров ЗСУ является обучение поиску, обнаружению и опознаванию одиночных малоскоростных воздушных целей в условиях активных шумовых и пассивных помех слабой интенсивности, а также выдаче по ним целеуказания на ССЦ. В дальнейшем главное внимание должно быть обращено на обучение поиску, обнаружению, опознаванию групповых целей в условиях воздействия активных шумовых и пассивных помех различной интенсивности и выдаче по этим целям целеуказания на ССЦ.

Для одиночной подготовки операторов первоочередной задачей является обучение поиску малоскоростных воздушных целей по углу места, сопровождению их в ручном режиме по углу места, а также в ручном и полуавтоматическом режимах по дальности. Эта задача решается в условиях воздействия активных шумовых и пассивных помех слабой интенсивности. В дальнейшем главное внимание при подготовке операторов должно быть обращено на обучение поиску, обнаружению и сопровождению по углу места и дальности скоростных воздушных целей в условиях воздействия активных шумовых и пассивных помех различной интенсивности.

Задачами тренировки командиров ЗСУ и операторов являются совершенствование и поддержание на должном уровне знаний и практических навыков в проведении непосредственной подготовки стрельбы по различным целям в условиях простой и сложной воздушной обстановки. При тренировке нельзя отдавать предпочтение целям, летящим с большими скоростями, поскольку слабые навыки в обработке малоскоростных воздушных целей могут в реальной обстановке привести к пропуску малоскоростных целей, летящих на фоне местных предметов.

Дальнейшим этапом подготовки командиров ЗСУ и операторов является их слаживание, которое должно проводиться в три этапа.

На первом этапе добиваются четкости в их работе и слаженности действий. При этом работа должна проводиться в замедленном темпе, что позволяет добиваться усвоения каждым из них порядка и правил совместных действий при обработке целей. Особое внимание уделяют подслеживанию за целью по азимуту командиром ЗСУ.

На втором этапе добиваются углубления знания функциональных обязанностей командиров ЗСУ и операторов, совершенствования их практических навыков в боевой работе, в выполнении нормативных показателей.

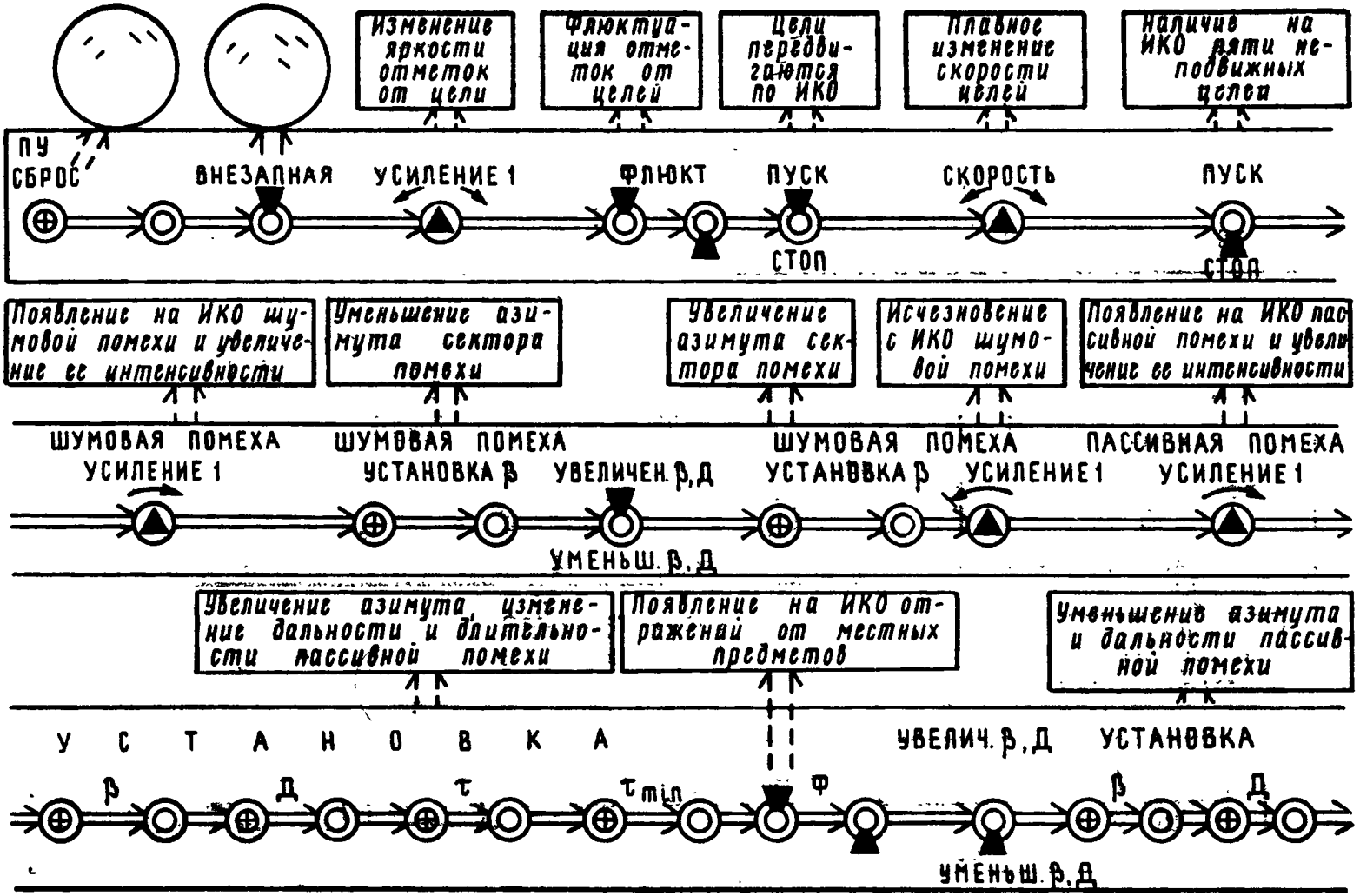


Рис. 8.15. Проверка наличия имитируемых целей и помех на ИКО

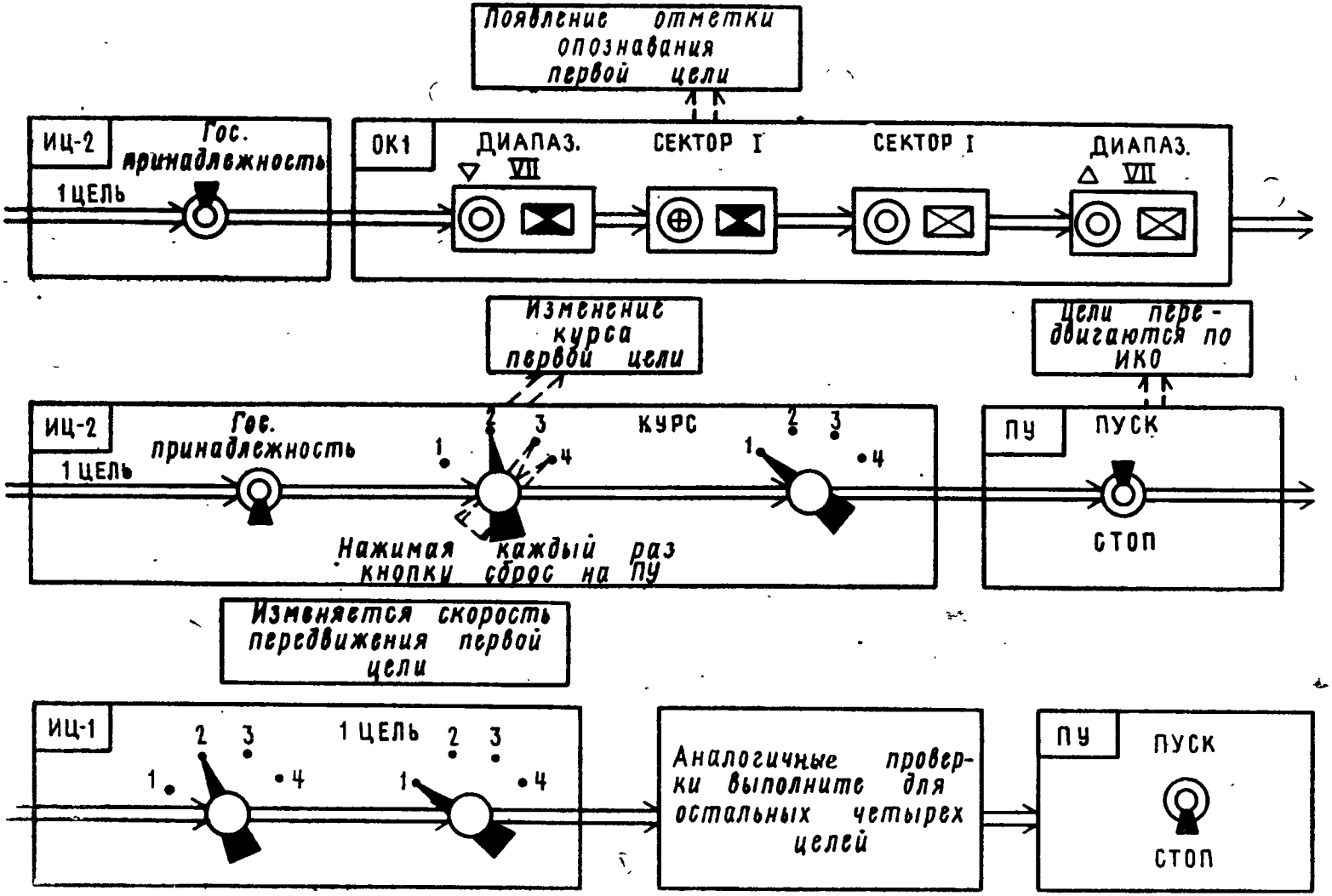


Рис. 8.16. Проверка наличия отметок опознавания и изменения параметров движения цели

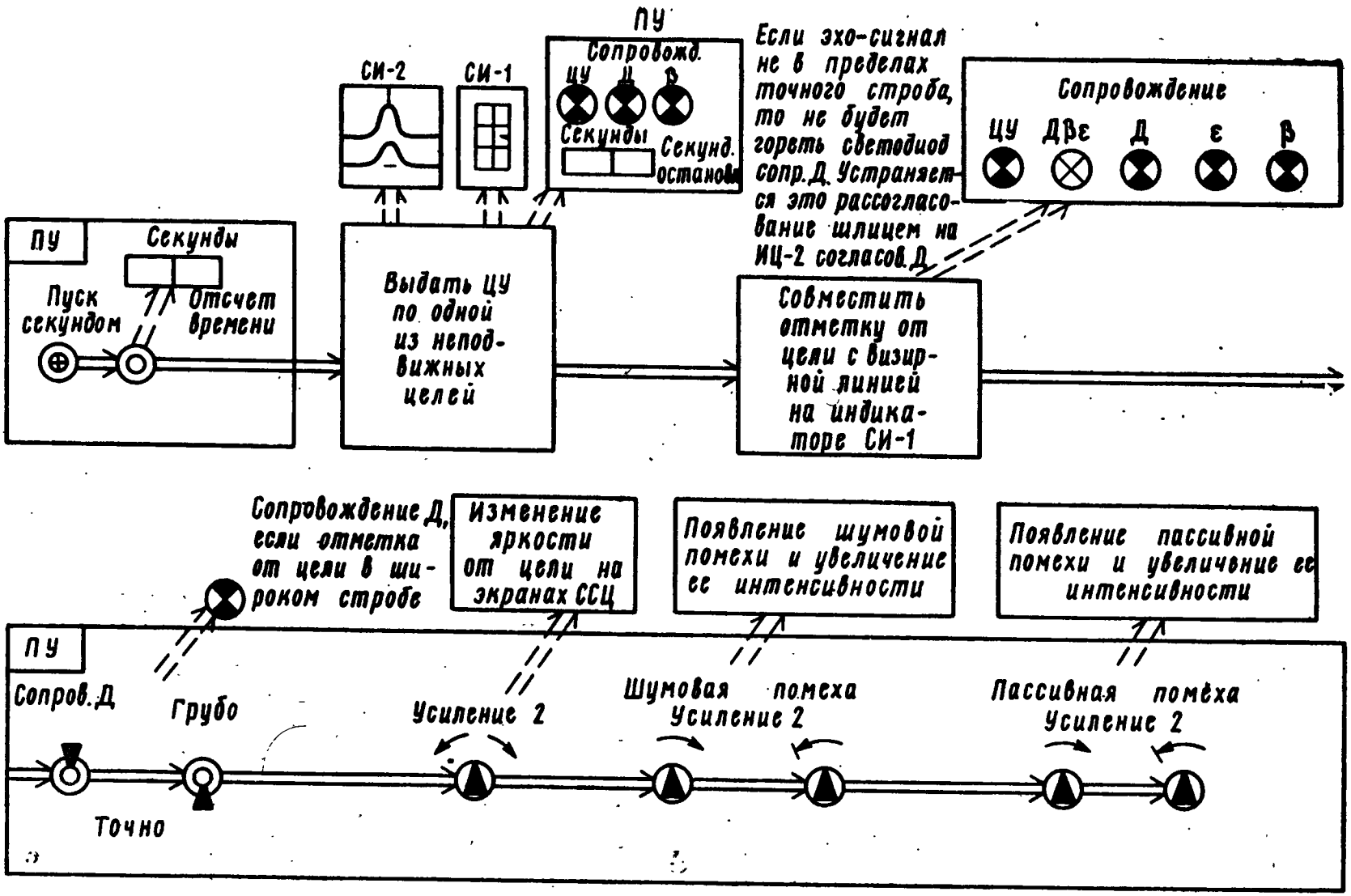


Рис. 8.17. Проверка наличия имитируемых целей и помех на экранах индикаторов ССЦ

На третьем этапе подготовки решаются вопросы взаимозаменяемости командиров ЗСУ и операторов. К этому этапу приступают лишь после твердого усвоения командиром ЗСУ и оператором своих функциональных обязанностей на основном рабочем месте.

На всех этапах подготовки отрабатываются правильность подачи и выполнения команд, четкость и своевременность докладов.

Для поддержания устойчивых практических навыков у командиров ЗСУ и операторов необходимо проводить тренировки не менее двух раз в неделю продолжительностью 1 ч. Действия командиров ЗСУ и операторов в процессе тренировок должны быть максимально приближены к их действиям в реальных условиях.

В процессе обучения и тренировки руководителю можно пользоваться любыми органами управления, расположенными на имитаторе и пульте управления. Органы управления СКОРОСТЬ, СОПРОВ. *Д* ГРУБО — ТОЧНО, ВРЕМЯ ЦУ — АВТ. *Д*, СКОРОСТН. — ВЕРТОЛЕТ являются основными в процессе обучения и тренировки.

Поскольку при подготовке командиров ЗСУ и операторов с использованием ТРУ не представляется возможным отрабатывать все вопросы непосредственной подготовки стрельбы, то рекомендуется отрабатывать их в полном объеме в районе интенсивных полетов авиации.

Тренажер 9Ф810

На тренажере 9Ф810 проводят обучение и тренировки наводчиков в слежении за имитированными подвижными воздушными целями, совершающими маневр скоростью, курсом и высотой, а также приобретают навыки работы с визирным устройством и пультом наводчика.

Характеристика тренажера 9Ф810

Тренажер является оптико-электронным устройством и состоит из следующих основных частей:

имитатора визирного устройства 1У21;

пульта наводчика;

электронных блоков;

блока питания.

Конструктивно этот тренажер выполнен в виде шкафа, в верхней части которого расположены электронные блоки, имитатор визирного устройства и пульт наводчика. Внешний вид тренажера показан на рис. 8.18. В нижней части расположены два ящика для хранения документации и одиночного комплекта ЗИП.

В процессе эксплуатации тренажер стационарно располагается в МТО 2В110 или может быть установлен в учебном классе. Для крепления его в МТО на нижней и задней плоскостях шкафа предусмотрены отверстия.

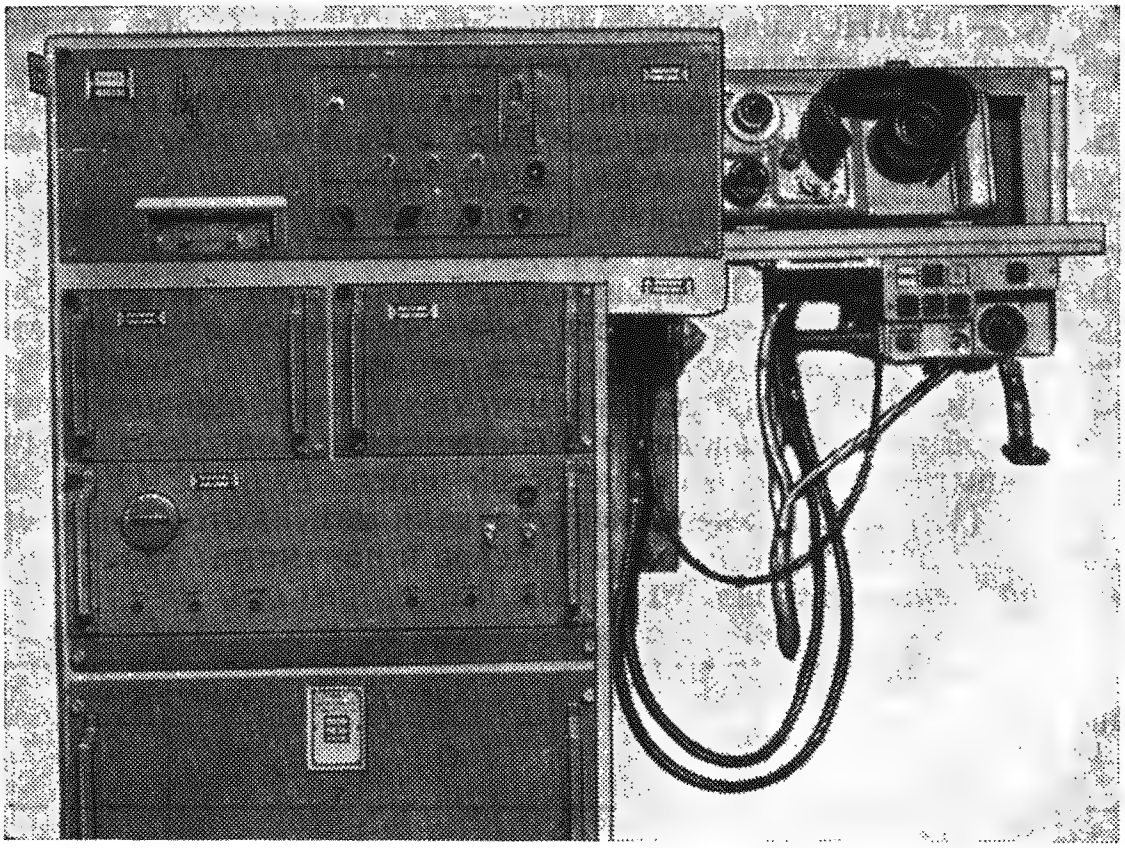


Рис. 8.18. Внешний вид тренажера 9Ф810

Тренажер имитирует воздушную цель, которая может перемещаться в поле зрения оптического прицела с различными скоростями, высотами и параметрами, а также осуществлять различные виды маневра. Аппаратура тренажера обеспечивает:

поиск, сопровождение цели до и после пуска ракет;

сопровождение имитируемой цели, совершающей прямолинейное равномерное движение с дискретными характеристиками траектории движения (скорость, параметр, высота, дальность);

сопровождение имитируемой воздушной цели, совершающей маневры типа горка, пикирование, разворот, вираж;

выбор программы и скорости полета имитируемой воздушной цели;

имитацию пуска ракеты по имитируемой воздушной цели;

контроль качества сопровождения наводчиком воздушных целей по пятибалльной системе;

контроль попадания при наведении, которое оценивается по двухбалльной системе (5 или 2);

имитацию основных частей оптического прицела и пульта наводчика.

Все основные органы управления и контроля работы тренажера размещены на передней панели ТН-51.

Регулировка яркости и четкости изображения цели производится при помощи потенциометров ЯРКОСТЬ и ФОКУС. Яркость свечения марок устанавливается при помощи потенциометра

СВЕТЛО — ТЕМНО, расположенного на 1У21. Имитация пропадания цели осуществляется тумблером ЦЕЛЬ — ОТКЛ.

В зависимости от положения переключателя КОНТРОЛЬ — РАБОТА тренажер может переводиться в один из трех режимов работы: «Работа 1», «Работа 2», «Контроль». В режиме «Работа» обеспечивается формирование координат цели в сферической системе координат.

В режиме «Работа 1» производится сопровождение цели без пуска ракеты, а в режиме «Работа 2» — с имитацией пуска ракеты и последующим сопровождением цели при наведении ракеты.

Изменение начальных условий и текущих значений координат имитируемой цели производится в соответствии с одной из девяти рассчитанных программ для скоростей полета цели 50 (V_1), 250 (V_2), 500 (V_3) м/с. Размеры контура цели изменяются в зависимости от дальности до нее. Виды маневра и параметры траектории движения цели представлены в табл. 8.9.

Таблица 8.9

Номер программы	Вид маневра	Имитируемый параметр цели, м		
		P	H	S
1	Горизонтальный полет	1800—2200	1150—1450	2250—10 000
2	Горизонтальный полет	450—550	15—50	450—10 000
3	Пикирование	450—550	3500	450—10 000
4	Горизонтальный полет	450—550	1350—1650	450—10 000
5	Горизонтальный полет	450—550	1350—1650	450—10 000
6	Горизонтальный полет	0	450—550	450—1000
7	Горка	200	—	1800—8000
8	Разворот	—	—	500—3600
9	Вираж	—	100	800—5500

Решение задач по программе начинается при нажатии кнопки ПУСК. В исходное состояние схема приводится при нажатии кнопки СБРОС.

Для оценки качества сопровождения цели наводчиком в режиме «Работа» текущие ошибки сопровождения цели по азимуту и углу места сравниваются с допустимой ошибкой сопровождения, которая зависит от размеров цели. В результате сравнения вычисляется время нахождения цели вне допустимой зоны и в зависимости от него выставляется оценка решения задачи — 5, 4, 3 или 2. Оценка отражается на индикаторе ОЦЕНКА.

Качество сопровождения изображения цели контролируется по индикаторам ПЛОХО β, ε.

Для оценки попадания при наведении в режиме «Работа 2» сравниваются ошибки сопровождения с допустимой ошибкой за 3 с до конца решения задачи и выставляется оценка: 5 — попадание, 2 — промах.

В режиме «Контроль» предусмотрено решение четырех контрольных задач, каждой из которых соответствуют оценки 5, 4, 3 или 2. Этот режим задается переключателем КОНТРОЛЬ — РА-

БОТА при его установке в положение 5, 4, 3 или 2. Соответствие этих положений информации индикатора ОЦЕНКА говорит о правильной настройке тренажера на решение задач.

В тренажере используется штатный пульт наводчика, предназначенный для имитации рабочего места, выработки сигналов и команд, необходимых для работы имитатора СНСОП. Задействованы следующие органы управления и регулировки пульта:

кнопки-табло ОП, ПИТ, Р;

кнопки ПУСК, КОНТРОЛЬ;

кнюппель датчика команд.

Имитатор визирного устройства представляет собой оптический монокулярный прибор, предназначенный для имитации рабочего места наводчика, основных оптических характеристик поля зрения, органов управления штатного визирного устройства, для наблюдения за изображением цели на экране электронно-лучевой трубки. Маховик переключения рода работы ВИЗИР — УСК — ДУБЛЕР и маховик введения в поле зрения соответствующего светофильтра предназначены для имитации их действительной работы. Тумблер ВКЛ. предназначен для подключения напряжения питания к лампе подсветки марок.

В тренажере имеется счетчик моточасов, предназначенный для контроля общего времени работы тренажера.

Время непрерывной работы тренажера — 8 ч с последующим одночасовым перерывом.

Подготовка тренажера к работе

Для этой цели необходимо включить его и проверить на функционирование. Перед включением органы управления поставить в исходное положение, как показано на рис. 8.19, перевести рукоятку датчика команд в рабочее положение и подать напряжение 220 В 50 Гц на тренажер. Если тренажер находится в МТО 2В110, то включение внешнего источника электропитания или электроустановки производится в соответствии с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации 2В110.

Затем по операционно-логическим схемам, показанным на рис. 8.20 и 8.21, включить тренажер и провести контроль функционирования. Проверяя работоспособность тренажера, налобник имитатора визирного устройства необходимо установить в удобное для работы положение так, чтобы глаз наблюдателя находился в плоскости выходного зрачка окуляра. При этом должны быть достаточно четко видны марки. При необходимости используется диоптрийная подвижка окуляра.

Подготовка наводчиков с использованием тренажера

Первоочередными задачами одиночной подготовки наводчиков являются привитие навыков работы с визирным устройством и пультом наводчика, а также обучение поиску, обнаружению и

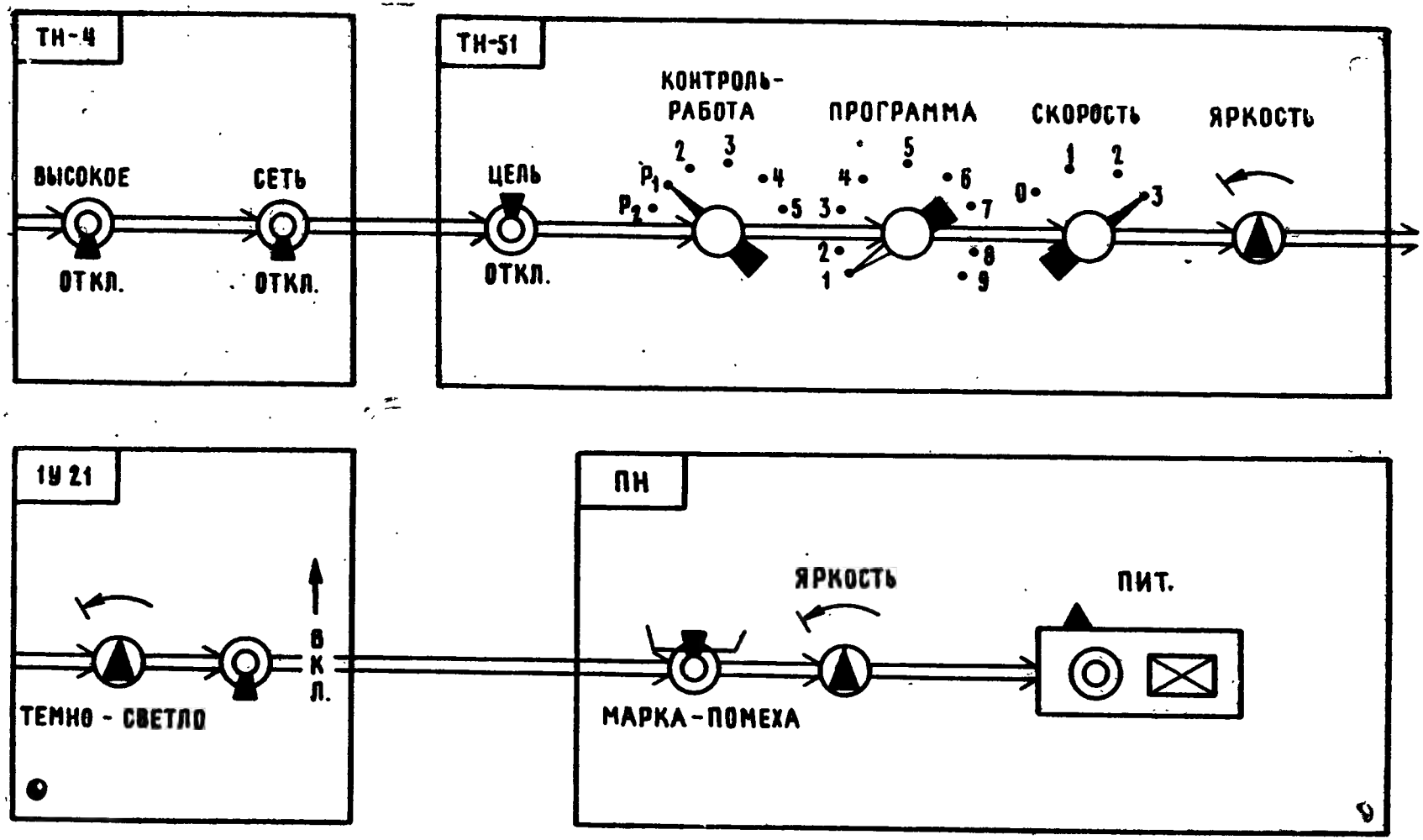


Рис. 8.19. Исходное положение органов управления тренажера 9Ф810

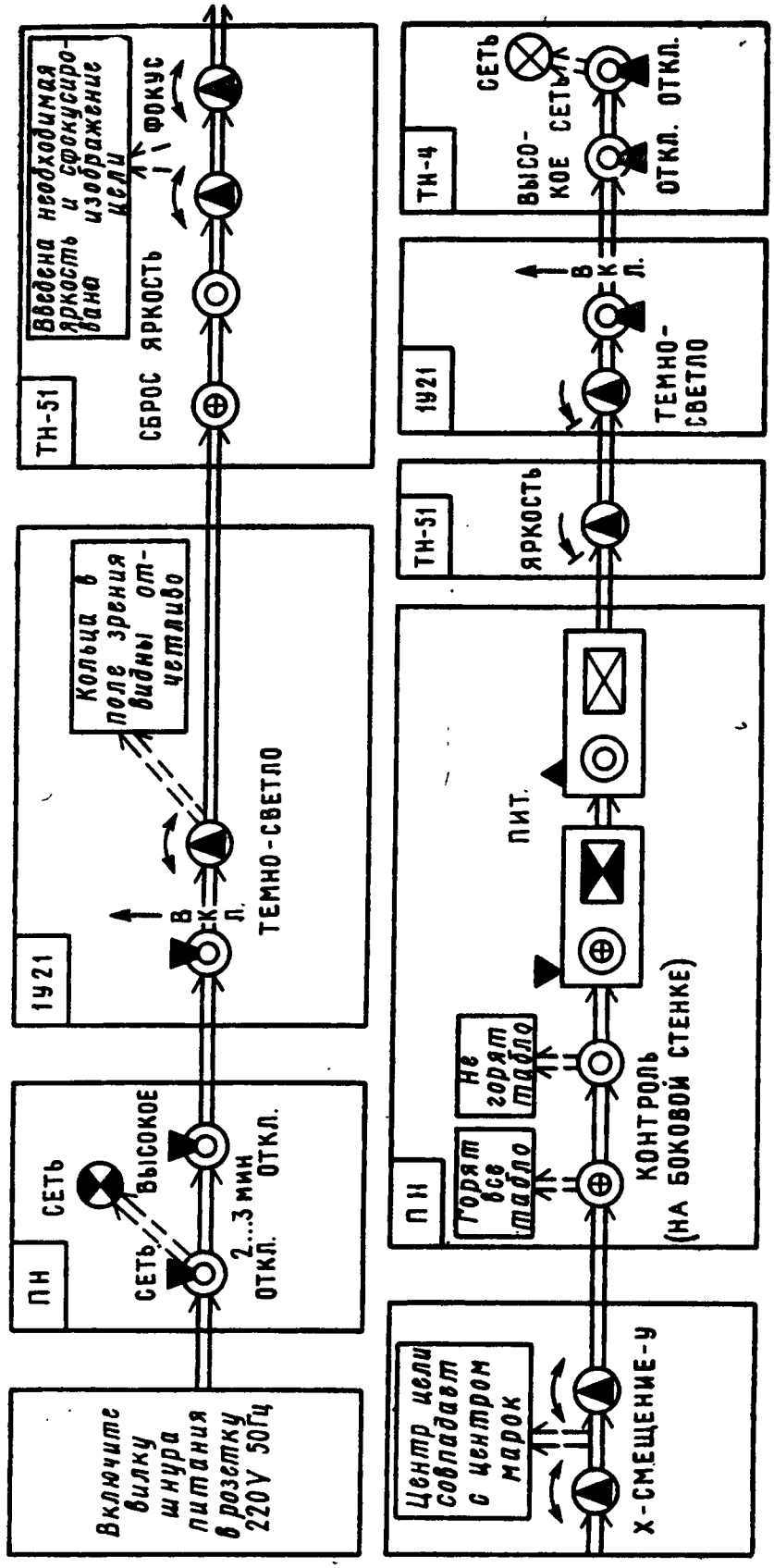


Рис. 8.20. Порядок включения и выключения тренажера 9Ф810

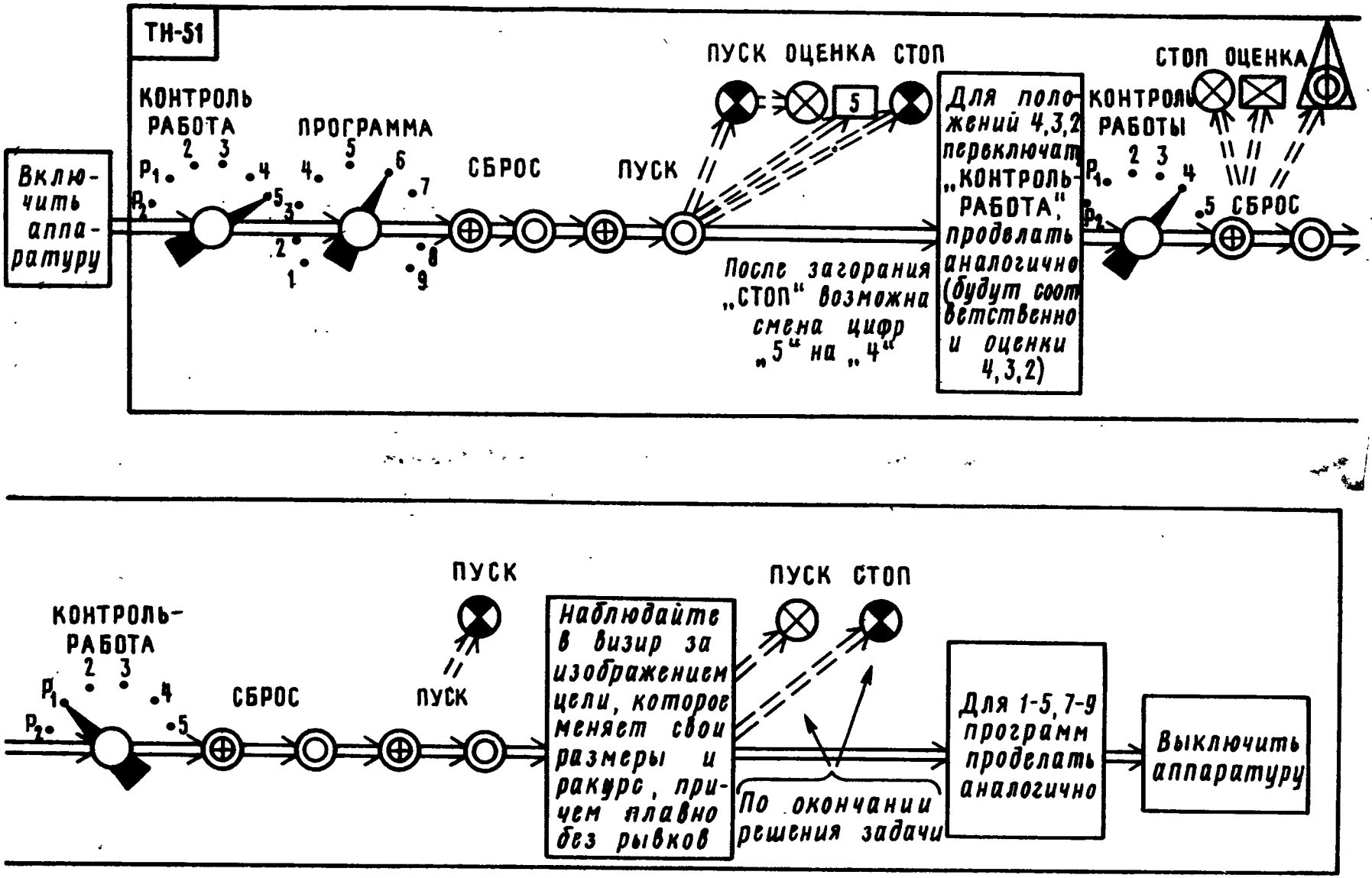


Рис. 8.21. Контроль функционирования тренажера 9Ф810

сопровождению цели, имеющей скорость 50 м/с в режиме «Работа 1» для простейших задач.

Для решения задачи нажимается кнопка ПУСК на ТН-51, при этом загорается индикатор ПУСК. Далее необходимо нажать кнопку-табло ОП и при помощи кнюппеля датчика команд удерживать геометрический центр цели в центре марок, наблюдая в визирное устройство.

В зависимости от размеров изображения сопровождение осуществляется по большой или малой марке. В процессе решения задачи обучающий может имитировать пропадание цели или изменение ее видимости с помощью тумблера ЦЕЛЬ — ОТКЛ. и потенциометра ЯРКОСТЬ. Задачу сопровождения можно остановить в любой момент времени нажатием кнопки СТОП. В начальное состояние аппаратура тренажера возвращается после нажатия кнопки СБРОС на ТН-51. При этом погаснут индикаторы СТОП, ОЦЕНКА на ТН-51, а на пульте наводчика кнопка-табло ОП.

В дальнейшем главное внимание должно быть обращено на обучение поиску, обнаружению и сопровождению скоростных маневрирующих целей в режиме «Работа 1».

После решения этой задачи на оценку не ниже «хорошо» можно приступать к обучению поиску, обнаружению и сопровождению скоростных целей в режиме «Работа 2». Для сопровождения цели в этом режиме необходимо нажать кнопки-табло ОП и Р на пульте наводчика. Команду на имитацию пуска ракеты (нажатие кнопки ПУСК на пульте наводчика) необходимо подавать после загорания индикатора РАЗРЕШЕНИЕ на ТН-51. Об имитации пуска ракеты сигнализирует индикатор ПУСК Р. При возвращении аппаратуры в начальное состояние после нажатия кнопки СБРОС на Т-51 гаснут индикаторы СТОП, ОЦЕНКА и ПУСК Р, а на пульте наводчика — кнопки-табло ОП и Р. Может гореть индикатор РАЗРЕШЕНИЕ.

Задачей тренировки наводчиков является совершенствование и поддержание на должном уровне знаний и практических навыков по поиску, обнаружению и сопровождению скоростных маневрирующих целей, пуску и наведению ракет. Действия наводчиков в процессе тренировок должны быть максимально приближены к их действиям в реальных условиях. При наводке 400—600 имитированных целей наводчик, как правило, в состоянии успешно проводить обстрел реальных целей ракетами.

Поскольку не все органы управления и регулировки визирного устройства и пульта наводчика выполняют в тренажере свои реальные функции, то при обучении и тренировке наводчиков необходимо разъяснять и напоминать о реальном предназначении, а также использовании всех органов управления и регулировки.

Глава 9

ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗСУ 2С6

9.1. ВИДЫ, ПЕРИОДИЧНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗСУ 2С6

Постоянная готовность и надежность работы ЗСУ 2С6 зависят от правильной эксплуатации и технического обслуживания установки.

Своевременное и качественное проведение технического обслуживания обеспечивает постоянную техническую исправность и боевую готовность ЗСУ 2С6, устранение причин, вызывающих преждевременный износ и поломки деталей, узлов и механизмов, продление межремонтных сроков установки, расход эксплуатационных материалов в пределах установленных норм.

В основу технического обслуживания установки положена планово-предупредительная система, основанная на обязательном проведении определенного вида обслуживания в зависимости от часов работы, пройденных километров, а также календарных сроков, условий эксплуатации и хранения.

Техническое обслуживание ЗСУ 2С6 подразделяется на следующие виды:

контрольный осмотр;
ежедневное техническое обслуживание;
техническое обслуживание № 1;
техническое обслуживание № 2;
сезонное обслуживание.

Контрольный осмотр ЗСУ 2С6 проводится:
перед выездом из парка в течение 48 мин;
на короткой остановке в течение 12 мин;
при возвращении в парк в течение 90 мин.

Контрольные осмотры выполняются расчетом установки. При контрольных осмотрах особое внимание обращают на исправность гусеничной машины; крепление блоков, механизмов и узлов по-походному; заправку топливом, маслом и охлаждающей жидкостью, отсутствие подтеканий в агрегатах и механизмах; проверку готовности ЗА к работе; проверку функционирования средств связи и аппаратуры навигации; проверку и запись информации в ДЗУС.

Ежедневное техническое обслуживание проводится после стрельб, пусков, боевой работы, учений, занятий, но не реже одного раза в две недели. На выполнение обслуживания отводится 5—6 ч.

Основным содержанием ЕТО являются дозаправка, чистка и мойка ЗСУ; неполная разборка, чистка и смазка ЗА после их применения; проверка функционирования ЗСУ в движении; статический контроль следящих систем ЗСУ; контроль систем управления ракетой в режиме АП-Р; проверка аппаратуры навигации встроенным контролем; определение коэффициента корректуры пути и проверка выверки визирного устройства.

Для проведения ЕТО установки не требуется специального оборудования, поэтому оно может проводиться непосредственно в парке или на стоянке с помощью инструмента, имеющегося в ЗИП. Проводит ЕТО расчет установки.

Техническое обслуживание № 1 ЗСУ проводится один раз в год или через каждые 150 ч работы по счетчику СЕТЬ ССЦ. Для ГМ-352 ТО-1 выполняется не реже чем через 1000—1100 км пробега или 50—60 ч работы двигателя. На проведение ТО-1 отводится 24 ч. ТО-1 выполняется силами расчета с привлечением специалистов средств обслуживания.

При техническом обслуживании № 1 выполняются работы контрольного осмотра при возвращении в парк и ЕТО и дополнительно проводятся проверки и регулировки систем РПК 1А27, шифратора и АВК; проверка согласования линий визирования и выстрела; проверка затяжки крепления отдельных механизмов и узлов ЗСУ; слив отстоя топлива и масел; смазка установки согласно таблице смазки при ТО-1; замена отработанного масла и фильтров гидроприводов; осмотр и чистка шкафов, блоков и узлов, проверка сопротивления изоляции; проверка комплектности и исправности элементов одиночного ЗИП ЗСУ; проверка эксплуатационной документации.

Техническое обслуживание № 2 проводится один раз в два года или через каждые 300 ч работы по счетчику СЕТЬ ССЦ. Для ГМ-352 ТО-2 выполняется через 3000—3300 км пробега или 120—150 ч работы двигателя. На проведение ТО-2 отводится 32 ч. Техническое обслуживание № 2 выполняется силами специалистов средств обслуживания.

При техническом обслуживании № 2 выполняются работы ТО-1 и дополнительно проводятся проверки и регулировки СОЦ, ССЦ, навигационной аппаратуры; согласование электрической и оптической осей блока СА-2; замена масла в системах, узлах и агрегатах ЗСУ; смазка установки согласно таблице смазки при ТО-2; промывка топливных и масляных фильтров; проверка крепления топливных баков, маслобака, радиаторов, топливных фильтров и других сборочных единиц; проверка сопротивления изоляции электрических цепей СЭП; проверка и настройка регуляторов дорожного просвета; проверка центровки ГМТ с двигателем; заме-

на фильтров ФВУ; замена холодильного агента, заправка масла и очистка фильтров кондиционера 1К28.

Технические обслуживания № 1 и 2 проводятся на специально оборудованном пункте технического обслуживания. Для технического обслуживания гусеничной машины ГМ-352 и для производства различного рода механических работ используется оборудование мастерской технического обслуживания МТО-АТГМ1.

В стационарных условиях пункт технического обслуживания оборудуется в специальном помещении. В полевых условиях он развертывается в специальной палатке, которая устанавливается на площадке, имеющей травяной покров или твердый грунт без пыли.

Сезонное обслуживание установки проводится два раза в год в сроки, определяемые для конкретного климатического пояса, в целях подготовки установки к осенне-зимней и весенне-летней эксплуатации. Основным содержанием сезонного обслуживания является замена топлива, масел, смазки и охлаждающей жидкости. Сезонное обслуживание рекомендуется совмещать с очередным ТО.

Кроме указанных видов технического обслуживания при эксплуатации ЗСУ 2С6 проводится и ряд других работ. После каждой стрельбы производятся неполная разборка, чистка и смазка автоматов, после 4000 выстрелов на автомат производятся полная разборка, чистка, осмотр, смазка и профилактическая замена деталей, а после 8000 выстрелов заменяются рукава системы питания. Через каждые три месяца необходимо проверять состояние огнетушителей ОУ-2, а через каждые пять лет предъявлять баллоны воздушного запуска двигателя, системы ППО и огнетушители для проверки котлонадзором.

Для продления срока службы аккумуляторных батарей следует через каждые 30—35 дней после очередной подзарядки переставлять батареи «плюсовой» группы на место «минусовой». Кроме того, при проверке уровня электролита в батареях следует проверять затяжку болтов на их клеммах и при необходимости подтягивать.

При эксплуатации тягового двигателя после отработки им гарантийных 350 ч производится дозатяжка крепления форсунок и проверяется угол впрыскивания топлива.

9.2. ХАРАКТЕРИСТИКА СРЕДСТВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗСУ 2С6

Состав и назначение средств технического обслуживания рассмотрены в п. 1.1. МРТО 1Р10, МТО 2В110, МРТО 2Ф55 и МТО-АТГМ1 находятся на вооружении взвода обеспечения.

Машина ремонта и технического обслуживания 1Р10 обеспечивает проведение ТО-1, ТО-2 и восстановление работоспособности изделий 1РЛ144, 1А26, 2Э29ВН, 2Э29ГН, 1Г30, блока Ш-1 и электрооборудования башни 2А40, а также транспортирование тренировочного устройства 1РЛ912.

В состав МРТО 1Р10 входят следующие основные составные части:

кузов-фургон К-375 на шасси автомобиля Урал-375А;

специальная контрольно-проверочная аппаратура и оборудование (пульты проверок, контрольное и соединительное устройства, шкаф для проверки блоков и т. п.);

стандартные средства измерений (осциллографы, генераторы, частотомер, измеритель шума, преобразователь частоты, вольтметры, мегаомметр и т. д.);

источники питания (автономная электроустановка переменного тока напряжением 220 В 50 Гц, стандартные источники постоянного тока, аккумуляторные батареи 6СТЭН-140М);

оборудование, обеспечивающее нормальное функционирование МРТО и жизнедеятельность расчета (штатные установки ОВ-65 и ФВУА, вентилятор, электротепловентиляторы, термометр, светильники местного освещения);

вспомогательное оборудование (радиостанция Р-123М, телефонные аппараты ТА-57, прибор ночного видения, комплект ДК-4КУ, приборы ДП-3Б и ВПХР, термосы, огнетушитель ОУ-5, тумбочки, приборные стойки, вешалка, спальные гамаки).

Основные тактико-технические характеристики МРТО 1Р10: масса 13 000 кг; максимальная скорость передвижения 60 км/ч; время развертывания не более 30 мин; время свертывания не более 20 мин; расчет 5 чел.; в железнодорожный габарит 02-Т вписывается.

Машина технического обслуживания 2В110 обеспечивает проведение ТО-1, ТО-2 и восстановление работоспособности механических сборочных единиц ЗСУ 2С6, а также транспортирование тренажера 9Ф810 и тренировки наводчика из расчета ЗСУ.

В состав МТО 2В110 входят следующие основные составные части:

кузов-фургон К-375 на шасси автомобиля Урал-375А;

оборудование, инструменты и материалы, используемые при проведении ТО-1, ТО-2 ЗСУ 2С6 и ремонте его сборочных единиц (верстаки, тиски, инструменты к башне 2А40, к автоматам 2А38 и др.);

тренажер 9Ф810;

оборудование, обеспечивающее нормальное функционирование МРТО и жизнедеятельность расчета (ОВ-65, ФВУА, электротепловентилятор, вентилятор, светильники местного освещения);

установка первичного электропитания и выпрямителя;

вспомогательное оборудование (радиостанция Р-123М, телефонный аппарат ТА-57, прибор ночного видения, приборы ДП-3Б и ВПХР, комплект ДК-4У).

Основные тактико-технические характеристики МТО 2В110: масса 13 200 кг; максимальная скорость передвижения 75 км/ч; время развертывания не более 30 мин; время свертывания не более 20 мин; расчет 3 чел.; в железнодорожный габарит 02-Т вписывается.

Машина ремонта и технического обслуживания 2Ф55 обеспечивает перевозку и хранение группового комплекта ЗИП и отдельных составных частей одиночного комплекта ЗИП ЗСУ 2С6. Оборудование МРТО 2Ф55 позволяет отыскать необходимую деталь из комплекта ЗИП за время не более 5 мин.

Машина ремонта и технического обслуживания 2Ф55 состоит из кузова-фургона К2.4320 на шасси автомобиля Урал-43203-1011, подставки и стеллажей с кассетами, в которые укладываются запасные части из состава группового комплекта ЗИП ЗСУ 2С6, отдельные составные части одиночных комплектов ЗИП ЗСУ, приборы наблюдения и системы жизнеобеспечения расчета и создания микроклимата в кузове фургона, приборы ПАЗ и ПХЗ.

Основные тактико-технические характеристики МРТО 2Ф55: масса 13 500 кг; максимальная скорость передвижения 75 км/ч; время развертывания не более 30 мин; время свертывания не более 20 мин; расчет 1 чел.; в железнодорожный габарит 02-Т вписывается.

Мастерская МТО-АТГМ1 обеспечивает текущий ремонт и техническое обслуживание автомобилей и гусеничных машин.

Основные тактико-технические характеристики МТО-АТГМ1: масса 10 370 кг; максимальная скорость передвижения 80 км/ч; время развертывания не более 20 мин; расчет 3 чел.; в железнодорожный габарит 02-Т вписывается.

Транспортно-заряжающая машина 2Ф77 и электростанция ЭСД-2-12 состоят на вооружении автомобильного отделения зенитной ракетно-артиллерийской батареи.

Транспортно-заряжающая машина 2Ф77 смонтирована на шасси автомобиля Урал-375Д. В состав ТЗМ входят электрический кран, магазины для размещения патронных коробов, ложементы для укладки ракет 9М311, машинка для снаряжения патронных лент, радиостанция Р-123М, приборы ПАЗ и ПХЗ, приспособления для переноски коробов и приборов ночного видения.

Основные тактико-технические характеристики ТЗМ 2Ф77: масса 13 200 кг; максимальная скорость передвижения 50 км/ч; время развертывания не более 5 мин; грузоподъемность крана 280 кг; максимальная высота подъема крана (по дну коробки) 3500 мм; максимальный вылет крюка от продольной оси ТЗМ по горизонтали 3600 мм; в железнодорожный габарит 02-Т вписывается.

Электростанция дизельная ЭСД2-12 состоит из агрегата электрического дизельного АД2-12 и автомобильного прицепа 2-ПН-2.

Основные тактико-технические характеристики электростанции ЭСД2-12: вырабатываемое напряжение по переменному току 220 В частотой 400 Гц, по постоянному току ±27 В (со средней точкой); емкость рабочего топливного бака 112 л, емкость запасного бака 56 л; время непрерывной работы двигателя без дозаправки топливом 4 ч; масса 3600 кг.

При устранении неисправностей, обнаруженных при проведении технических обслуживаний, используются радиодетали и узлы

из комплекта одиночного или группового ЗИП. Одиночный комплект ЗИП ЗСУ 2С6 располагается непосредственно на установке, кроме отдельных запасных частей, которые размещаются в МРТО 2Ф55. Групповой комплект ЗИП придается шести ЗСУ. Он хранится в МРТО 2Ф55, часть элементов размещается на складе части.

При техническом обслуживании ЗСУ 2С6 используются мнемосхемы проведения операций, приведенные в эксплуатационно-технической документации установки. Для поиска неисправностей в блоках (субблоках) применяются операционные карты, в которых указаны характерные признаки неисправностей, измерительные приборы, контрольные точки и ожидаемые результаты измерений. Операционные карты приведены в эксплуатационно-технической документации ЗСУ 2С6 и МРТО 1Р10.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Введение 3

Список принятых сокращений . . . . . —

ГЛАВА 1. **Основные характеристики и боевые свойства комплекса** . . 7

1.1. Назначение, состав и боевые свойства комплекса . . . . . —
1.2. Принцип действия зенитной самоходной установки ЗСУ 2С6 «Тунгуска» 12
1.3. Боевое применение зенитной ракетно-артиллерийской батареи . 24

ГЛАВА 2. **Станция обнаружения и целеуказания** 47

2.1. Общие сведения о СОЦ . . . . . —
2.2. Передающая система ОГ 51
2.3. Антенно-фидерная система ОА. Система вращения, подъема и складывания антенны СВПС 54
2.4. Приемная система ОП 59
2.5. Система помехозащиты ОФ 63
2.6. Система целеуказания ОД 67
2.7. Система индикации ОИ 72
2.8. Наземный радиолокационный запросчик НРЗ 1РЛ138 . . . 75
2.9. Органы управления и контроля СОЦ и НРЗ 82

ГЛАВА 3. **Станция сопровождения целей ССЦ** 85

3.1. Общие сведения о ССЦ . . . . . —
3.2. Передающая система СГ 88
3.3. Антенно-волноводная система СА 90
3.4. Приемная система СП 95
3.5. Система помехозащиты СФ 100
3.6. Система измерения дальности СД 107
3.7. Система управления и стабилизации антенны СУ 114
3.8. Система синхронизации СС 119
3.9. Система индикации СИ 120
3.10. Органы управления и контроля ССЦ 124

ГЛАВА 4. **Цифровая вычислительная система ЦВС 1А26. Система измерения углов качек СИУК 1Г30** 128

4.1. Общие сведения о ЦВС 1А26 . . . . . —
4.2. Органы управления и контроля ЦВС 131
4.3. Система измерения углов качек СИУК 1Г30 134

ГЛАВА 5. **Оптический прицел с системой наведения и стабилизации 1А29** 137

5.1. Общие сведения о 1А29 . . . . . —
5.2. Взаимодействие элементов 1А29 по функциональной схеме . . 139
5.3. Шифратор 140

ГЛАВА 6. **Электрогидравлические приводы наведения** 143

6.1. Общие сведения . . . . . —

Стр.

6.2. Электрогидравлический привод горизонтального наведения 2Э29ГН 143
6.3. Электрогидравлический привод вертикального наведения 2Э29ВН 147
6.4. Цифровая приборная следящая система 150

ГЛАВА 7. Вооружение ЗСУ 2С6 153

7.1. Башня 2А40 . . . . . —
7.2. Зенитный автомат 2А38 160
7.3. Зенитная управляемая ракета 9М311 162

ГЛАВА 8. Стрельба, боевая работа и управление огнем 166

8.1. Общие положения стрельбы . . . . . —
8.2. Подготовка подразделения к стрельбе 173
8.3. Стрельба ЗСУ 2С6 188
8.4. Боевая работа 195
8.5. Управление огнем подразделения 208
8.6. Учебно-тренировочные средства 218

ГЛАВА 9. Основы технического обслуживания ЗСУ 2С6 236

9.1. Виды, периодичность и содержание технического обслуживания ЗСУ 2С6 . . . . . —
9.2. Характеристика средств технического обслуживания ЗСУ 2С6 . 238

ЗЕНИТНЫЙ ПУШЕЧНО-РАКЕТНЫЙ КОМПЛЕКС «ТУНГУСКА»

Технический редактор *Т. Г. Пименова*

Корректор *И. И. Матвеева*

Сдано в набор 27.11.90. Подписано в печать 19.08.91.

Формат 60×90/16. Печ. л. 15½. Усл. печ. л. 15,5. Усл. кр.-отт. 15,56.

Изд. № 13/75с. Зак. 2560с